

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Diabetes Melitus

###### a. Definisi

Diabetes melitus (DM) merupakan sekelompok kelainan heterogen yang ditandai dengan hiperglikemia atau kadar gula darah tinggi. Dalam kondisi normal, sejumlah glukosa dari makanan akan beredar didalam darah. Kadar gula darah diatur oleh insulin, yaitu hormon yang diproduksi oleh pankreas yang mengontrol kadar gula darah dengan mengatur pembentukan dan penyimpanan glukosa. Pada penderita diabetes melitus, sel-sel tubuh berhenti merespons insulin atau pankreas berhenti memproduksi insulin, sehingga menyebabkan hiperglikemia, yang pada titik tertentu dapat menyebabkan komplikasi metabolik akut dan jangka panjang (Mustofa *et al.*, 2021).

###### b. Etiologi

Menurut Septifani (2020) diabetes melitus memiliki beberapa penyebab, yaitu:

###### 1) Hereditas

Perkembangan antibodi, autoimun terhadap penghancuran sel-sel beta.

2) Lingkungan (makanan, infeksi, toksin, stress)

Kekurangan protein kronik dapat mengakibatkan hipofungsi pancreas pada seseorang yang peka secara genetik. Stress fisiologi dan emosional meningkatkan kadar hormon stres (kortisol, *epinefrin*, *glucagon*, dan hormon pertumbuhan), sehingga meningkatkan kadar glukosa darah.

3) Perubahan gaya hidup

Pada orang secara genetik rentan terkena diabetes melitus karena perubahan gaya hidup, menjadikan seseorang kurang aktif sehingga menimbulkan kegemukan dan beresiko tinggi terkena diabetes melitus.

c. Patofisiologi

Proses metabolisme merupakan proses kompleks yang selalu terjadi dalam tubuh manusia. Setiap hari manusia mengonsumsi karbohidrat yang akan diubah menjadi glukosa, protein menjadi asam amino, dan lemak menjadi asam lemak. Zat-zat makanan tersebut akan diserap oleh usus kemudian masuk ke dalam pembuluh darah dan diedarkan ke seluruh tubuh untuk dipergunakan oleh organ-organ di dalam tubuh sebagai “bahan bakar” metabolisme. Zat makanan harus masuk dulu ke dalam sel dengan dibantu oleh insulin agar dapat berfungsi sebagai “bahan bakar”. Insulin yang dikeluarkan oleh sel beta dapat diibaratkan sebagai anak kunci yang dapat membuka pintu masuknya glukosa ke dalam sel. Bila insulin tidak ada maka glukosa tidak dapat masuk ke dalam

sel sehingga tubuh tidak mempunyai sumber energi untuk melakukan metabolisme. Glukosa akan tetap berada dalam pembuluh darah sehingga kadar gula darah akan meningkat. Insulin dapat menimbulkan beberapa efek dalam tubuh seperti menstimulasi penyimpanan glukosa dalam hati dan otot dalam bentuk glikogen. Insulin juga meningkatkan penyimpanan lemak dari makanan dalam jaringan adipose dan mempercepat pengangkutan asam amino yang berasal dari protein makanan ke dalam sel. Pada waktu antara jam makan dan pada saat tidur malam, pankreas akan melepaskan secara terus menerus sejumlah kecil insulin bersama dengan glukagon. Insulin dan glukagon secara bersama-sama mempertahankan kadar glukosa yang konstan dalam darah dengan menstimulasi pelepasan glukosa dari hati. Pada mulanya hati menghasilkan glukosa melalui pemecahan glikogen (glikogenolisis). Setelah 8 hingga 12 jam tanpa makanan, hati membentuk glukosa dari pemecahan zat lain selain karbohidrat yang mencakup asam amino (glukoneogenesis) (Yanti, 2019).

d. Klasifikasi

Menurut Hanifah (2021) klasifikasi diabetes melitus ada 4 jenis, yaitu:

1) Diabetes melitus tipe 1

Diabetes tipe 1 terjadi karena kerusakan sel-sel beta pankreas yang mengakibatkan terjadinya defisiensi (penurunan) produksi insulin. Defisiensi insulin dapat menyebabkan

terjadinya hiperglicemia (peningkatan kadar glukosa darah), poliuria (sering buang air kecil), polifagia (nafsu makan meningkat dan kurang tenaga), polydipsia kehilangan berat badan, kekurangan cairan (dehidrasi), ketidak seimbangan elektrolit, ketoasidosis. Seseorang dengan diabetes melitus tipe 1 tergantung pada pemberian insulin dari luar untuk mencegah terjadinya ketoasidosis dan kematian.

Diabetes jenis ini terjadi pada beberapa kelompok umur, tetapi gejala biasanya terlihat sebelum usia 30 tahun, puncaknya pada usia 10-12 tahun (wanita) dan 12-14 (pria). Gejala yang ditemui pada orang-orang dengan diabetes melitus tipe 1 adalah badan kurus, sering merasakan haus yang berlebihan, sering buang air kecil, nafsu makan meningkat dan kehilangan berat badan secara bermakna. Tipe ini disebut juga dengan penyakit diabetes tergantung insulin atau insulindependen diabetes melitus (IDDM) dan disebut juga dengan diabetes pada remaja.

## 2) Diabetes melitus tipe 2

Jumlah penderita diabetes tipe 2 sangat banyak, yaitu mencapai 90% dari seluruh kasus diabetes. Faktor resiko terjadinya diabetes melitus tipe 2 adalah obesitas (kegemukan), usia lanjut, riwayat keluarga dengan diabetes, riwayat diabetes saat kehamilan, mempunyai riwayat rusaknya keseimbangan glukosa, dan jarang melakukan aktivitas fisik. Suatu penelitian menyimpulkan bahwa kurang lebih 80% dari penderita obesitas

di diagnosis menderita diabetes melitus tipe 2. Namun, diabetes melitus tipe 2 ini juga dapat terjadi pada orang-orang yang tidak gemuk, khususnya pada orang lanjut usia.

Produksi insulin pada diabetes melitus tipe 2 bisa normal, menurun, atau berlebih. Namun, seluruh insulin tersebut tidak cukup untuk tubuh karena adanya penurunan respon insulin. Oleh karenanya, diabetes melitus tipe ini tidak tergantung pada pemberian insulin dari luar. Untuk bisa bertahan dibutuhkan pengontrolan kesesuaian glukosa.

Seseorang dengan diabetes melitus tipe 2 bisa disertai dengan suatu gejala, bisa juga tidak. Pada penderita dengan diabetes yang tidak terkontrol maka akan muncul gejala polidipsia, poliuria, polifagia, dan kehilangan berat badan, tetapi penyakit ini tidak akan berkembang menjadi ketoasidosis kecuali saat mengalami stres yang hebat. Adapun pada kondisi stres hebat seperti hiperglicemia dibutuhkan insulin dari luar untuk pengontrolan kadar glukosa darah. Diabetes melitus tipe 2 dikenal juga dalam sebutan non-insulin dependen diabetes melitus (NIDDM) atau diabetes pada usia dewasa.

### 3) Diabetes melitus gestasional

Diabetes kehamilan adalah suatu kondisi dimana terjadi ketidaktahanan terhadap glukosa (*intolerance glucose*) pada wanita hamil. Kondisi diabetes melitus ini hanya terjadi selama



kehamilan. Biasanya terdiagnosis pada kehamilan trimester 2 dan 3, yaitu mulai bulan ke-4 kehamilan sampai kehamilan berakhir. Kejadian diabetes melitus ini adalah 4% dari seluruh kehamilan. Penyakit ini akan sembuh dengan sendirinya ketika sudah tidak hamil lagi, tetapi mempunyai resiko untuk berkembang menjadi diabetes melitus tipe 2. Wanita yang diketahui menderita diabetes melitus sebelum hamil tidak dikategorikan dalam diabetes melitus tipe ini.

#### 4) Diabetes melitus tipe khusus

Diabetes tipe khusus ini adalah diabetes melitus yang terjadi karena faktor genetik, pembedahan, obat-obatan, gizi salah (malnutrition), infeksi, dan penyakit lainnya. Jumlah penderita diabetes melitus tipe ini hanya 1-2% dari keseluruhan penderita diabetes melitus.

#### e. Diagnosis

Diagnosis diabetes melitus ditegakkan atas dasar pemeriksaan kadar gula darah dan HbA1c. Pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan adalah pemeriksaan glukosa secara enzimatik dengan bahan plasma darah vena. Pemantauan hasil pengobatan dapat dilakukan dengan glucometer. Diagnosis tidak dapat ditegakkan atas dasar adanya glucosuria. Berbagai keluhan dapat ditemukan pada pasien DM.

Berdasarkan (Perkeni, 2021), kriteria diagnosis diabetes melitus adalah:

**Tabel 1.1 Kriteria Diagnosis Diabetes Melitus (Perkeni, 2021)**

- 
1. Pemeriksaan glukosa plasma puasa  $\geq 126$  mg/dL. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam.

---

  2. Pemeriksaan glukosa plasma 2 jam pada TTGO  $\geq 200$  mg/dL. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa yang setara dengan 75 gram glukosa anhidrus yang dilarutkan kedalam air.

---

  3. Pemeriksaan glukosa darah sewaktu  $\geq 200$  mg/dL dengan keluhan klasik atau krisis hiperglikemia.

---

  4. Pemeriksaan HbA1c  $\geq 6,5\%$  dengan metode yang distandarisasi oleh *National Glycohaemoglobin Standardization Program* (NGSP) dan *Diabetes Control and Complications Trial assay* (DCCT).
- 

Adapun keluhan klasik yang dimaksud:

- 1) Keluhan klasik: polyuria, polydipsia, polifagia dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya.
- 2) Keluhan lain: lemah badan, kesemuran, gatal, penglihatan kabur, dan disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulva pada wanita.

#### f. Komplikasi

Komplikasi dari diabetes sendiri ada bermacam-macam. Komplikasi dari DM dapat di golongkan menjadi komplikasi akut dan komplikasi kronik. Beberapa contoh dari komplikasi akut menurut (Annisa, 2021) adalah:

- 1) Ketoasidosis diabetik (KAD) adalah suatu keadaan dimana terdapat defisiensi insulin absolut atau relatif dan peningkatan hormon kontraregulator (glukagon, katekolamin, kortisol dan hormon pertumbuhan).
- 2) Koma Hiperosmolar Non Ketotik ditandai dengan penurunan kesadaran dengan gula darah lebih besar dari 600 mg% tanpa ketosis yang berarti dan osmolaritas plasma melebihi 350 mosm. Keadaan ini jarang mengenai anak-anak, usia muda atau diabetes tipe non-insulin dependen karena pada keadaan ini pasien akan jatuh kedalam kondisi KAD, sedang pada DM tipe 2 dimana kadar insulin darahnya masih cukup untuk mencegah lipolisis tetapi tidak dapat mencegah keadaan hiperglikemia sehingga tidak timbul hiperketonemia.
- 3) Hipoglikemia ditandai dengan menurunnya kadar glukosa darah  $< 60$  mg% tanpa gejala klinis atau GDS  $< 80$  mg% dengan gejala klinis. Dimulai dari stadium parasimpatik: lapar, mual, tekanan darah turun. Stadium gangguan otak ringan: lemah lesu, sulit bicara gangguan kognitif sementara. Stadium simpatik, gejala adrenergik yaitu keringat dingin pada muka, bibir dan gemetar



dada berdebar-debar. Stadium gangguan otak berat, gejala neuroglukopenik: pusing, gelisah, penurunan kesadaran dengan atau tanpa kejang.

Komplikasi kronik dari diabetes melitus sendiri dapat dibagi menjadi dua yaitu komplikasi mikrovaskuler dan makrovaskuler. Komplikasi mikrovaskuler terdiri dari:

- 1) Retinopati diabetik merupakan suatu keadaan terjadinya iskemia retina yang progresif merangsang neovaskularisasi sehingga menyebabkan kebocoran protein-protein serum dalam jumlah besar. Neovaskularisasi yang rapuh ini berproliferasi ke bagian dalam korpus vitreum yang bila tekanan meninggi saat berkontraksi maka bisa terjadi perdarahan masif yang berakibat penurunan penglihatan mendadak.
- 2) Neuropati diabetik merupakan penyakit neuropati yang paling sering terjadi. Gejala dapat berupa hilangnya sensasi distal. Berisiko tinggi untuk terjadinya ulkus kaki dan amputasi. Gejala yang sering dirasakan kaki terasa terbakar dan bergetar sendiri dan lebih terasa sakit di malam hari.
- 3) Nefropati diabetik ditandai dengan albuminuria menetap > 300 mg/24 jam atau > 200 ig/menit pada minimal 2x pemeriksaan dalam waktu 3-6 bulan. Berlanjut menjadi proteinuria akibat hiperfiltrasi patogenik, kerusakan ginjal pada tingkat glomerulus. Akibat glikasi nonenzimatik dan

AGE, advanced glycation product yang irreversible dan menyebabkan hipertrofi sel dan kemoatraktan mononuklear serta inhibisi sintesis nitric oxide sebagai vasodilator, peningkatan tekanan intraglomerulus dan bila terjadi terus-menerus serta inflamasi kronik, nefritis yang reversible akan berubah menjadi nefropati dimana terjadi kerusakan menetap dan berkembang menjadi chronic kidney disease. Komplikasi inilah yang akan dibahas dalam penelitian ini.

g. Diagnostik Test

Menurut Putera (2016) diagnostic test pada penderita diabetes melitus, yaitu:

1) Pemeriksaan darah

Pada pemeriksaan darah memperlihatkan peningkatan glukosa darah lebih dari 140 mg per 100 ml darah pada dua kali pengukuran. Glukosa darah meningkat karena sebagian besar sel tidak dapat memasukkan glukosa ke dalam sel tanpa insulin dan terjadinya perangsangan glukoneogenesis.

2) Pemeriksaan glukosa dan urine

Glukosa dalam urine adalah nol, tetapi apabila kadar glukosa dalam darah lebih besar dari 180 mg per 100 ml darah maka glukosa akan keluar bersama urin.

3) Pemeriksaan keton dan urine

Terutama pada individu dengan diabetes tipe I yang tidak terkontrol, disini akan muncul keton pada urine si penderita.

4) Peningkatan hemoglobin terglukosilasi

Selama 120 hari masa hidup sel darah merah, hemoglobin secara lambat dan irreversible mengalami glikosilasi (mengikat glukosa). Dalam keadaan normal, sekitar 4-6% hemoglobin sel darah merah terglukosilasi. Apabila terdapat hiperglikemia, maka kadar hemoglobin terglukosilasi akan meningkat.

5) Uji toleransi glukosa yang melambat

Apabila pada seorang yang non diabetik diberikan glukosa secara oral, maka sekresi insulin dari pankreas akan meningkat dengan segera. Hal ini memungkinkan pengangkutan glukosa secara cepat keluar dari darah untuk masuk ke dalam sel. Dengan demikian sampel darah yang diambil secara berkala setelah pemberian glukosa pada orang non diabetes meningkat hanya sedikit dan biasanya kembali normal setelah 2 jam. Para pengidap diabetes tidak dapat mengeluarkan insulin (tipe 1) terhadap respon pemberian glukosa atau mengalami penurunan responsifitas terhadap insulin yang mereka keluarkan (tipe 2). Pada pengidap diabetes, setelah pemberian glukosa, sampel darah yang diambil secara berkala memperlihatkan peningkatan kadar glukosa secara bermakna dan tetap meningkat selama beberapa jam kemudian.

## 2. Lama Menderita DM

Lamanya durasi penyakit diabetes menunjukkan berapa lama pasien tersebut menderita diabetes melitus sejak ditegakkan diagnosis penyakit tersebut. Durasi lamanya diabetes melitus yang diderita ini dikaitkan dengan resiko terjadinya beberapa komplikasi yang timbul sesudahnya. Semakin lama seseorang menderita DM maka semakin mudah penderita DM mengalami komplikasi. (Lathifah, 2017).

Penyakit diabetes melitus yang tidak ditangani dengan baik dan tepat dapat menimbulkan berbagai komplikasi yaitu komplikasi akut (seperti hipoglikemia, ketoasidosis diabetik, koma hiperosmolar non ketotik) maupun komplikasi kronik (seperti komplikasi makrovaskuler, komplikasi mikrovaskuler) (Septadina, 2015). Penyakit jantung koroner, penyakit pembuluh darah otak, dan penyakit pembuluh darah perifer merupakan jenis komplikasi makrovaskuler (Lathifah, 2017). Sedangkan komplikasi mikrovaskuler terdiri dari makroangiopati, mikroangiopati dan neuropati (Septadina, 2015).

Mikroangiopati merupakan komplikasi mikrovaskular jangka panjang yang sering ditemukan. Defek pada pembuluh-pembuluh darah kecil ini dapat menyebabkan kerusakan pada banyak jaringan terutama pada mata. Salah satu jaringan yang sering mengalami kerusakan adalah retina. Kerusakan pada retina akibat mikroangiopati diabetes dinamakan retinopati diabetes (Septadina, 2015). Komplikasi tersebut dapat menyebabkan pendeknya rentang hidup seseorang, keterbatasan diri dan meningkatnya beban ekonomi bagi klien dan keluarganya, sehingga



sangat mempengaruhi terhadap penurunan kualitas hidup penderita bila tidak mendapatkan perawatan yang tepat (Benazeer, 2019).

Lamanya mengidap DM sangat berkorelasi kuat dengan timbulnya komplikasi mikroangiopati di retina yang menyebabkan adanya gangguan penglihatan terjadi karena ada dua kelainan makula yaitu edema makula dan makulopati diabetes. Makulopati diabetes merupakan kerusakan yang terjadi pada makula yang posisinya terletak di belakang mata, yang disebabkan oleh rusaknya pembuluh darah akibat komplikasi penyakit diabetes melitus. Golubovic dan Arsovska memaparkan bahwa setidaknya membutuhkan waktu 5 tahun mengidap DM sehingga dapat menimbulkan makulopati diabetes. Manifestasi klinis utama yang akan terlihat pada pasien makulopati diabetes adalah penurunan tajam penglihatan (Septadina, 2015).

Jangka waktu antara pasien didiagnosis diabetes melitus hingga saat penelitian dilakukan dalam tahun. Penetapan kriteria lama menderita menurut (Lassie *et al.*, 2022) yaitu < 5 tahun, 5 – 10 tahun, > 10 tahun.

### **3. Kadar Gula Darah**

#### **a. Definisi**

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 yang dialirkan melalui darah adalah sumber utama energi untuk sel-sel tubuh. Glukosa (kadar gula



darah), suatu gula monosakarida, karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar gula darah antara lain usia, hormon insulin, emosi, dan asupan makanan yang dikonsumsi, serta aktivitas fisik. Kadar gula darah dipengaruhi oleh faktor internal meliputi hormon insulin, glukosa, dan kortisol sebagai sistem reseptor di otot dan sel hati (Mahesti, 2019).

Diabetes melitus salah satu penyakit yang diperkirakan mempercepat proses turunnya tajam penglihatan, karena DM dapat mempengaruhi kejernihan lensa akibat peningkatan kadar gula darah dalam lensa (Sudirman, 2020). Dimana kadar gula darah yang tinggi atau pada saat naiknya kadar gula darah sangat mempengaruhi terjadinya tajam penglihatan penderita diabetes melitus. Selain itu kelainan refraksi juga dapat menyebabkan kondisi penglihatan yang berubah-ubah (Lahayati, 2023). Kondisi hiperglikemia yang berkepanjangan memicu terbentuknya radikal bebas seperti AGEs, sorbitol, ROS, dan protein kinase C yang berpengaruh terhadap neurovaskular retina. Kondisi hiperglikemia berperan pada kerusakan mikrovaskular dan retinopati diabetik melalui aktivasi jalur poliol, glikasi non-enzimatik, aktivasi protein kinase C dan inflamasi (Aprian *et al.*, 2021).

Ada beberapa cara pemeriksaan glukosa darah yaitu dengan cara menggunakan darah vena dan darah kapiler

biasanya dalam pemeriksaan darah vena contohnya pemeriksaan glukosa darah tetapi pemeriksaan glukosa darah tidak hanya digunakan pada darah vena bisa juga digunakan pada darah kapiler untuk pemeriksaan glukosa darah. Ada beberapa jenis pemeriksaan yang dilakukan terhadap glukosa darah antara lain yaitu pemeriksaan kadar glukosa darah puasa, glukosa darah sewaktu, glukosa darah 2 jam post prandial (Ubaedillah, 2019). Seseorang dikatakan menderita diabetes jika memiliki kadar gula darah puasa  $>126$  mg/dL dan pada uji sewaktu  $\geq 200$  mg/dL. Kadar gula darah sepanjang hari bervariasi dimana akan meningkat setelah makan dan kembali normal dalam waktu 2 jam (Perkeni, 2021).

Penetapan kategori kadar gula darah sewaktu yang dipaparkan dalam jurnal (Nurman *et al.*, 2020), yaitu: terkontrol ( $< 200$  mg/dL) dan tidak terkontrol ( $\geq 200$  mg/dL).

#### b. Penggunaan Glukometer

Prosedur pemeriksaan glukosa darah menggunakan glucometer menurut (Perkeni, 2021), yaitu:

##### 1) Memilih tempat tusukan

Pilihlah tepi ujung jari tangan (bagian lateral ujung jari), terutama pada jari ke-3, 4, dan 5 karena kurang menimbulkan rasa nyeri. Jika tidak memungkinkan, pemeriksaan dapat dilakukan di daerah telapak tangan pangkal ibu jari (tenar), Pada kondisi tertentu (misal luka

bakar pada kedua tangan), penusukan dapat dilakukan pada lengan bawah, paha, dan telapak tangan, namun hasilnya tidak seakurat dibandingkan hasil pemeriksaan pada ujung jari.

- 2) Cucilah tangan dengan air dan sabun dan keringkan. Bersihkan tempat yang akan ditusuk dengan alkohol 76%, gunakan tetesan darah pertama. Jika permukaan tempat yang akan ditusuk tidak memungkinkan untuk dibersihkan dan lokasi terlihat kotor, maka tetesan darah pertama dibersihkan dahulu dan pemeriksaan menggunakan tetesan darah kedua.
- 3) Lakukan pemijatan ringan ujung jari sebelum ditusuk. Setelah ditusuk, jari tidak boleh ditekan-tekan lagi, karena sampel darah yang keluar merupakan plasma, bukan serum.
- 4) Gunakan lanset yang tipis dan tajam untuk menghindari rasa nyeri. Gunakan satu lanset untuk satu kali penggunaan untuk mencegah transmisi bakteri patogen, infeksi kulit, dan reaksi kulit lainnya, serta mencegah penggunaan jarum lanset yang tumpul.
- 5) Lakukan pengaturan kedalaman tusukan lanset sesuai kebutuhan masing-masing penyandang, dengan mengaturnya melalui angka- angka yang tertera pada pen pemegang lanset. Jika menggunakan lanset tanpa pen (safety pro uno), maka kedalaman tidak bisa diatur.
- 6) Lakukan penusukan dengan lanset.

- 7) Teteskan darah pada ujung strip. Masing-masing alat glukometer mempunyai cara yang berbeda sehingga perlu diperhatikan cara dan syarat masing-masing alat tersebut.
- 8) Jika pemeriksaan telah selesai, bersihkan darah pada ujung jari dengan alkohol ataupun kapas.

#### 4. Visus

##### a. Anatomi Mata

Mata merupakan organ visual yang terdiri dari bola mata (*bulbus oculi*) dan struktur tambahan (*structurae oculi accessoriae*). Bola mata merupakan organ optik yang berfungsi melakukan pembelokan sinar sehingga cahaya yang masuk dijatuhkan pada titik fokus dan membentuk bayangan di retina (makula) pada dinding bola mata (Bahar, 2019). Bola mata terdiri dari beberapa lapisan, diantaranya lapisan luar (*tunica fibrosa bulbi*) yang terdiri dari sklera dan kornea serta tersusun atas jaringan ikat kolagenosa, lapisan tengah (*tunica vasculosa bulbi*) terdiri dari *choroidea*, *corpus ciliare* dan iris. Lapisan dalam (*tunica interna bulbi*, retina) terdiri dari bagian bebas fotoreseptor (*pars caeca retinae*) dan fotoreseptor (*pars optica retinae*). Sedangkan struktur tambahan dari kelopak mata (*palpebrae*), konjungtiva, *apparatus lacrimalis*, otot ekstraokular, saraf, pembuluh darah dan *corpus adiposum orbitae* (Nurkhofifah, 2022).

#### 1) Sklera

Lapisan luar berwarna putih yang menutupi lima perenam posterior bola mata dan memiliki ketebalan 0,5 mm, terdiri dari jaringan ikat padat kuat yang terdiri atas berkas kolagen tipe I, substansi dasar dan sebaran fibroblast. Bagian terdepan sklera disebut kornea yang memiliki sifat transparan dan memudahkan cahaya masuk kedalam mata

#### 2) Kornea

Lapisan luar bola mata yang tidak berwarna, transparan, avaskuler dan terdiri dari kolagen atau biasa disebut selaput bening mata. Bagian selaput mata yang tembus cahaya dan merupakan lapis jaringan yang menutup bola mata sebelah depan, berfungsi dalam kemampuan refraksi mata.

#### 3) Choroidea

Koroid merupakan lapisan vaskular pada dua pertiga posterior mata yang terletak diantara sklera dan retina. Lapisan koroid yang kaya akan vaskularisasi memberi nutrisi pada retina dan berpigmen banyak.

#### 4) Corpus Ciliare

Cincin tebal jaringan yang terdapat tepat di dalam bagian anterior sklera.



#### 5) Iris

Iris adalah perluasan uvea yang paling anterior (lapisan tengah) yang sebagian menutupi lensa dan terletak dibelakang kornea yang terbentuk dari serabut otot polos yang memiliki fungsi mengatur jumlah cahaya masuk untuk mengatur pupil. Pada iris terdapat pupil yang merupakan lubang bundar dibagian tengah iris tempat masuknya cahaya ke anterior mata

#### 6) Lensa

Jaringan yang berasal dari ektoderm permukaan yang berbentuk lensa di dalam mata dan bersifat bening. Lensa di dalam mata terletak dibelakang iris yang terdiri dari zat tembus cahaya berbentuk seperti cakram yang dapat menebal dan menipis pada saat terjadinya akomodasi

#### 7) Retina

Lapisan paling dalam bola mata yang terdiri dari 10 lapisan dan bertanggung jawab dalam merubah sinar yang akan masuk menjadi rangsangan pada saraf optik untuk diteruskan ke otak. Retina mengandung reseptor penerima rangsangan cahaya. Mata akan membiaskan sinar yang masuk untuk memfokuskan bayangan di retina.

## 8) Palpebrae

Berfungsi dalam melindungi bola mata dan menyebarkan film air mata melewati permukaan mata sambil berkedip secara spontan.

## 9) Konjungtiva

Lapisan epitel transparan, tipis serta menutupi bagian dalam palpebrae dan bagian sklera yang dapat dilihat.

## 10) Kelenjar lakrimalis

Terletak pada sudut luar atas (lateral) orbita dan banyak kelenjar aksesori terletak pada kelopak mata serta menghasilkan air mata.

## 11) Humor vitreous

Rongga posterior yang lebih besar diantara lensa dan retina mengandung bahan setengah cair yang memiliki kemiripan dengan gel. Humor vitreus penting untuk mempertahankan bentuk bola mata agar selalu bulat. Humor aqueous merupakan rongga anterior diantara kornea dan lensa yang mengandung cairan jernih dan encer. Humor aqueous yang akan membawa nutrisi untuk kornea dan lensa, kedua struktur tersebut tidak memiliki aliran darah karena akan mengganggu lewatnya cahaya ke fotoreseptor.

## b. Fisiologis Penglihatan

Cahaya akan masuk melewati kornea yang kemudian diteruskan melalui pupil, lalu difokuskan oleh lensa ke bagian belakang mata, yaitu retina. Fotorseptor di retina mengumpulkan informasi yang ditangkap oleh mata, yang kemudian sinyal informasinya dikirimkan ke otak melalui saraf optik. Semua bagian tersebut harus bekerja secara simultan untuk dapat melihat sesuatu objek (Nurkhofifah, 2022).

Berkas cahaya akan berbelok/berbias mengalami refraksi apabila berjalan dari satu medium lain dengan kepadatan berbeda kecuali apabila berkas cahaya jatuh tegak lurus dipermukaan (Nurkhofifah, 2022). Kemampuan refraktif kornea seseorang tidak berubah karena kelengkungan kornea tidak pernah berubah, sebaliknya refraktif lensa dapat diubah-ubah dengan mengubah kelengkungannya sesuai kebutuhan untuk melihat dekat atau jauh (Bahar, 2019).

Berkas cahaya dari benda dekat masih tetap berdivergensi ketika mencapai mata. Untuk kemampuan refraktif tertentu mata, diperlukan jarak yang lebih jauh dibelakang lensa untuk membawa berkas divergen suatu sumber cahaya dekat ke titik fokus daripada membawa berkas paralel suatu sumber cahaya jauh ke titik fokus. Pada penglihatan jelas struktur refraktif mata membawa bayangan dari sumber cahaya jauh atau dekat ke fokus di retina (Bahar, 2019).

c. Penurunan ketajaman penglihatan pada pasien DM

Ketajaman penglihatan adalah kemampuan sistem penglihatan untuk membedakan berbagai bentuk. Penglihatan optimal hanya dapat dicapai dengan jalur saraf optik yang utuh, struktur mata yang sehat, dan kemampuan fokus dengan baik (Norlita *et al.*, 2020).

Adanya hubungan yang erat antara diabetes dengan tajam penglihatan karena diabetes dapat mempengaruhi kejernihan lensa, DM akan meningkatkan kadar glukosa pada aqueous humor kemudian akan masuk secara difusi ke dalam lensa, sehingga kadar glukosa dalam lensa akan meningkat, beberapa molekul glukosa akan diubah menjadi sorbitol oleh enzim *aldose reduktase* yang tidak dimetabolisme namun menetap di dalam lensa. Selanjutnya, tekanan osmotik akan menyebabkan influks air ke dalam lensa yang menyebabkan pembengkakan dari serat-serat lensa akibat hidrasi cairan sehingga bisa menyebabkan kekeruhan pada lensa, selain itu juga dapat mempengaruhi kemampuan/ kekuatan refraksi lensa, serta dapat menyebabkan akomodasi yang menurun, akibatnya terjadi penurunan tajam penglihatan (Sudirman, 2020).

Faktor-faktor yang mempengaruhi visus atau ketajaman penglihatan pada pasien diabetes melitus antara lain kenaikan kadar glukosa darah atau hiperglikemia  $> 200$  mg/dl dapat menimbulkan komplikasi pada mata sehingga menyebabkan penurunan visus. Saat

glukosa darah tidak terkontrol  $\geq 200$  mg/dl yang dapat menyebabkan lensa mata menjadi bengkak, makula mengalami edema timbulnya perdarahan pada saraf retina dan menyebabkan penurunan visus. hiperglikemia kronis merupakan penyebab utama kerusakan *multiple* organ. Komplikasi hiperglikemia kronis pada retina akan menyebabkan perfusi yang kurang adekuat akibat kerusakan jaringan pembuluh darah organ, termasuk kerusakan pada retina. Kerusakan sel yang terjadi pada proses biokimiawi akibat hiperglikemia kronis terjadi pada jaringan saraf (saraf optik dan retina), vaskular retina dan lensa. Gangguan konduksi saraf di retina dan saraf optik akan menyebabkan hambatan fungsi retina dalam menangkap rangsang cahaya dan menghambat penyampaian impuls listrik ke otak. Proses ini akan dikeluhkan penderita diabetes dengan gangguan penglihatan berupa pandangan kabur. Selain itu semakin bertambahnya usia seseorang juga dapat mempengaruhi lensa, sehingga mampu mengakibatkan transparansi pada lensa semakin berkurang dan lensa tidak mampu meneruskan cahaya. Pertambahan usia menyebabkan lensa mata kehilangan elastisitasnya sehingga kesulitan melihat pada jarak yang dekat maupun yang jauh (Erizon, 2019).

Usia bukan hanya penyebab kondisi ini saja, melainkan bagaimana lama penderita dapat bertahan pada kondisi tersebut. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya usia maka risiko menderita intoleransi glukosa juga



meningkat. Semakin lama seseorang menderita DM maka semakin mudah penderita diabetes mengalami komplikasi. Durasi penyakit berhubungan dengan keluhan subyektif. Jika keluhan subyektif tidak dikendalikan atau tidak diketahui penyebabnya maka keluhan tersebut dapat mengarah pada kejadian komplikasi. Komplikasi yang dapat terjadi yaitu penyakit kardiovaskuler, penurunan tajam penglihatan hingga kebutaan, luka anggota badan bagian bawah, dan penyakit gagal ginjal merupakan penyakit yang sebagian besar dialami oleh penderita diabetes melitus (Lathifah, 2017).

Penelitian (Syawal *et al.*, 2019) berpendapat bahwa perempuan lebih beresiko untuk terjadinya penurunan ketajaman penglihatan, karena proses hormon dalam tubuh wanita yang berpengaruh pada metabolisme tubuh perempuan sehingga penyakit DM lebih banyak terjadi pada perempuan dan proses tersebut juga berpengaruh pada kondisi mata perempuan, hal tersebut juga diperparah dengan aktivitas seperti menonton TV berjam-jam, dan paparan saat memasak. Mengenai perempuan yang lebih berisiko untuk mengalami komplikasi kronis DM dapat disebabkan karena selain adanya fase menopause, riwayat diabetes gestasional juga memperbesar kemungkinan perempuan untuk mengalami DM di kemudian hari dan terjadinya komplikasi karena diabetes tersebut (Lathifah, 2017).

Faktor lainnya yang diperkirakan bisa memicu terjadinya turunnya tajam penglihatan adalah pekerjaan, yaitu pekerjaan di luar

ruangan yang memungkinkan lebih sering terkena paparan sinar matahari. Pekerjaan seseorang yang banyak terpapar sinar matahari seperti petani, nelayan dan buruh lebih berisiko terkena penurunan tajam penglihatan (Lahayati, 2023). Hal tersebut dikarenakan pada responden dengan pekerjaan diluar ruangan akan sering terpapar sinar matahari (UV) langsung. Paparan sinar UV kronik dilaporkan menjadi salah satu faktor resiko terjadinya penurunan tajam penglihatan atau visus (Hidayaturahmah *et al.*, 2021).

*American Diabetes Association* (ADA) merekomendasikan pemeriksaan mata setiap 3 hingga 5 tahun setelah didiagnosis menderita diabetes tipe 1 dan segera setelah menderita diabetes tipe 2. Untuk mengetahui baik buruknya fungsi mata secara umum, perlu dilakukan pemeriksaan penglihatan (visus). Tes penglihatan merupakan pemeriksaan untuk mengetahui penyebab kelainan mata yang menyebabkan hilangnya penglihatan. Inspeksi visual dapat dilakukan dengan menggunakan Kartu Tes Snellen, Kartu Landolt Ring, Kartu Tes E, dan Kartu Tes Sheridan/Gardiner (Sobirin, 2019).

Tajam penglihatan sentral dapat diukur menggunakan alat yang menampilkan target dengan ukuran yang berbeda-beda pada jarak yang telah distandarkan. Biasanya menggunakan *snellen chart*. *Snellen chart* ditemukan oleh ahli Belanda yang bernama Hermann Snellen (1834-1908). *Snellen chart* yang terdiri dari beberapa baris huruf yang semakin ke bawah semakin kecil. Setiap baris ditandai

dengan angka, yang menunjukkan jarak dimana mata normal dapat melihat semua huruf pada baris tersebut (*American Academy of Ophthalmology*, 2008) dalam (Putera, 2016).

Tajam penglihatan dapat diukur pada jarak 20 feet atau 6 meter. Untuk diagnosis, mata harus dites secara bergantian. Tajam penglihatan biasanya dinyatakan dalam bentuk pecahan atau alfabet. Pembilang menyatakan jarak antara orang yang diperiksa dengan kartu optotip Snellen yang diletakkan dimukanya. Penyebut merupakan jarak dimana huruf tersebut seharusnya dapat dilihat atau dibaca. Apabila pasien tidak dapat melihat huruf pada baris pertama *Snellen chart*, maka pemeriksaan dilanjutkan dengan uji hitung. Mata normal dapat melihat jari terpisah pada jarak 60 meter. Apabila pasien gagal dalam pemeriksaan ini, maka dilanjutkan dengan uji lambaian tangan. Gerakan tangan dapat dilihat mata normal dari jarak 300 meter. Apabila pasien hanya dapat membedakan gelap terang, maka tajam penglihatan pasien adalah 1/~. Sedangkan bila pasien sama sekali tidak bisa mengenal adanya sinar, maka pasien tersebut buta total (visus nol).

Klasifikasi gangguan penglihatan menurut WHO, gangguan penglihatan ringan ( $VA \geq 6/18$ ); gangguan penglihatan sedang ( $VA 6/60-6/18$ ); gangguan penglihatan berat ( $VA 3/60-6/60$ ); kebutaan sedang ( $VA 1/60-3/60$ ); kebutaan berat (persepsi cahaya  $VA - 1/60$ ); dan kebutaan total (tidak ada persepsi cahaya) (Fortané et al., 2019).

Tajam penglihatan terkoreksi yaitu tajam penglihatan yang didapatkan dengan menggunakan alat bantu, seperti kacamata atau lensa kontak. Tajam penglihatan terkoreksi lebih relevan untuk penilaian keadaan ocular.

Upaya untuk mencegah terjadinya penurunan ketajaman penglihatan dengan menjaga kadar gula darah agar tetap stabil dan menerapkan empat pilar penatalaksanaan diabetes (Syawal *et al.*, 2019). Empat pilar pengobatan yang perlu diketahui penderita diabetes adalah edukasi, nutrisi, aktivitas fisik, dan farmakologi. Pilar pertama adalah edukasi yang mempunyai peran penting dalam memastikan penderita diabetes memiliki pengetahuan dan keterampilan untuk mampu mengelola diabetesnya secara mandiri, pilar kedua adalah perencanaan makan atau pola makan, khususnya pola makan seimbang sesuai kebutuhan kalori, pilar ketiga adalah perencanaan makan atau pola makan, khususnya pola makan seimbang sesuai kebutuhan kalori, pilar keempat adalah olahraga olehnya tubuh menggunakan sebagian gula darah untuk dapat menurunkan gula darah kembali normal dan pilar kelima adalah pengobatan jika diperlukan jika makanan dan olah raga tidak dapat menurunkan gula darah, obat minum untuk mengatasi penyakit kencing manis tanpa hormon insulin, obat ini membantu penderita diabetes, menggunakan insulinnya sendiri dengan lebih baik dan mengurangi pelepasan glukosa dari hati untuk mengontrol kadar gula darah (Marbun *et al.*, 2022).



## 5. Prosedur Pemeriksaan Visus atau Ketajaman Penglihatan

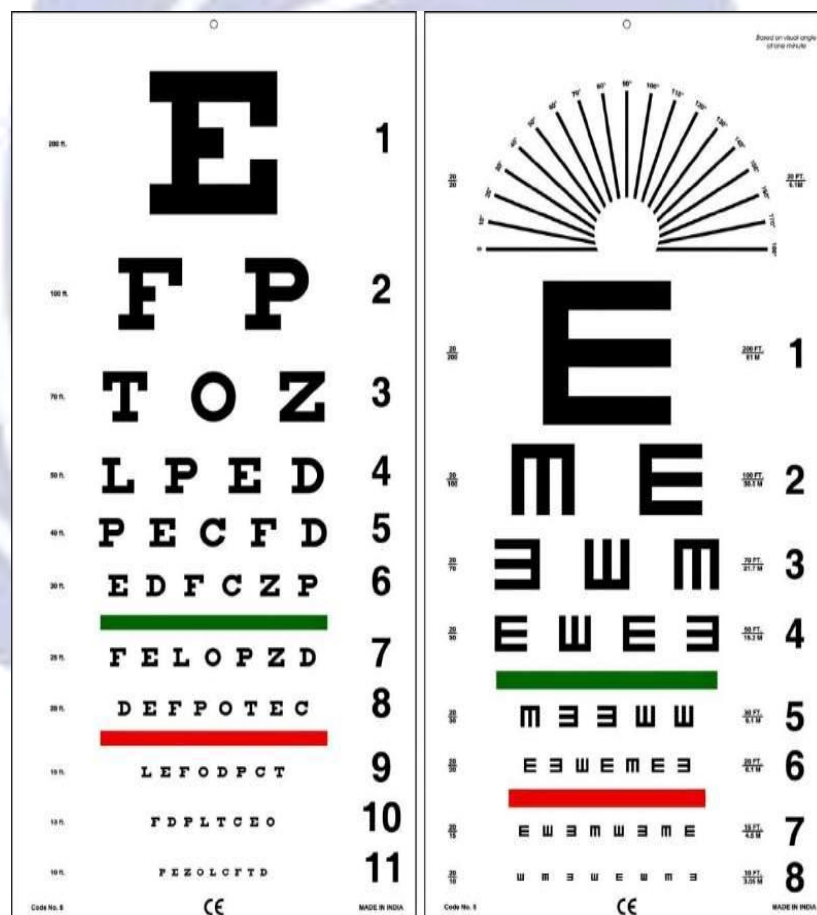
Pastikan ruangan cukup terang atau dapat menggunakan penerangan lampu pada grafik (*American Academy of Ophthalmology*, 2008). Menjelaskan prosedur yang akan dilakukan pada pasien. Cuci dan keringkan penutup mata. Jika tidak ada, minta pasien untuk mencuci tangan. Posisikan pasien, boleh dalam keadaan duduk atau berdiri, pada jarak 6 meter dari grafik. Pengujian dilakukan pada setiap mata secara terpisah, mata “buruk” yang pertama diperiksa. Minta pasien untuk memakai kaca matanya (jika pasien punya), tutup mata yang tidak diperiksa (baik menggunakan penutup mata atau meminta pasien menutupnya dengan menggunakan tangannya), dan mulai membaca grafik Snellen (Putera, 2016).

Baris terkecil yang bisa dibaca oleh pasien akan dinyatakan sebagai fraksi (bilangan per), misalnya 6/18 atau 6/24. Angka di atas per merujuk pada jarak grafik dari pasien (6 meter) dan angka yang di bawah per adalah jarak dalam meter dimana seseorang tanpa penurunan visus harus dapat melihat grafik dengan baik (Putera, 2016).

Dalam dokumentasi pasien, catat visus untuk setiap mata. Catat juga apakah pemeriksaan dilakukan dengan atau tanpa koreksi (kaca mata), misalnya Visus kanan = 6/18 (dengan koreksi) Visus kiri = 6/24 (dengan koreksi). Jika pasien tidak dapat membaca huruf terbesar (paling atas) pada jarak 6 meter, majukan pasien lebih dekat, satu meter pada satu waktu, sampai huruf paling atas dapat dilihat. Visus kemudian akan dicatat dengan angka 5/60 atau 4/60, dan lain-lain (Putera, 2016).

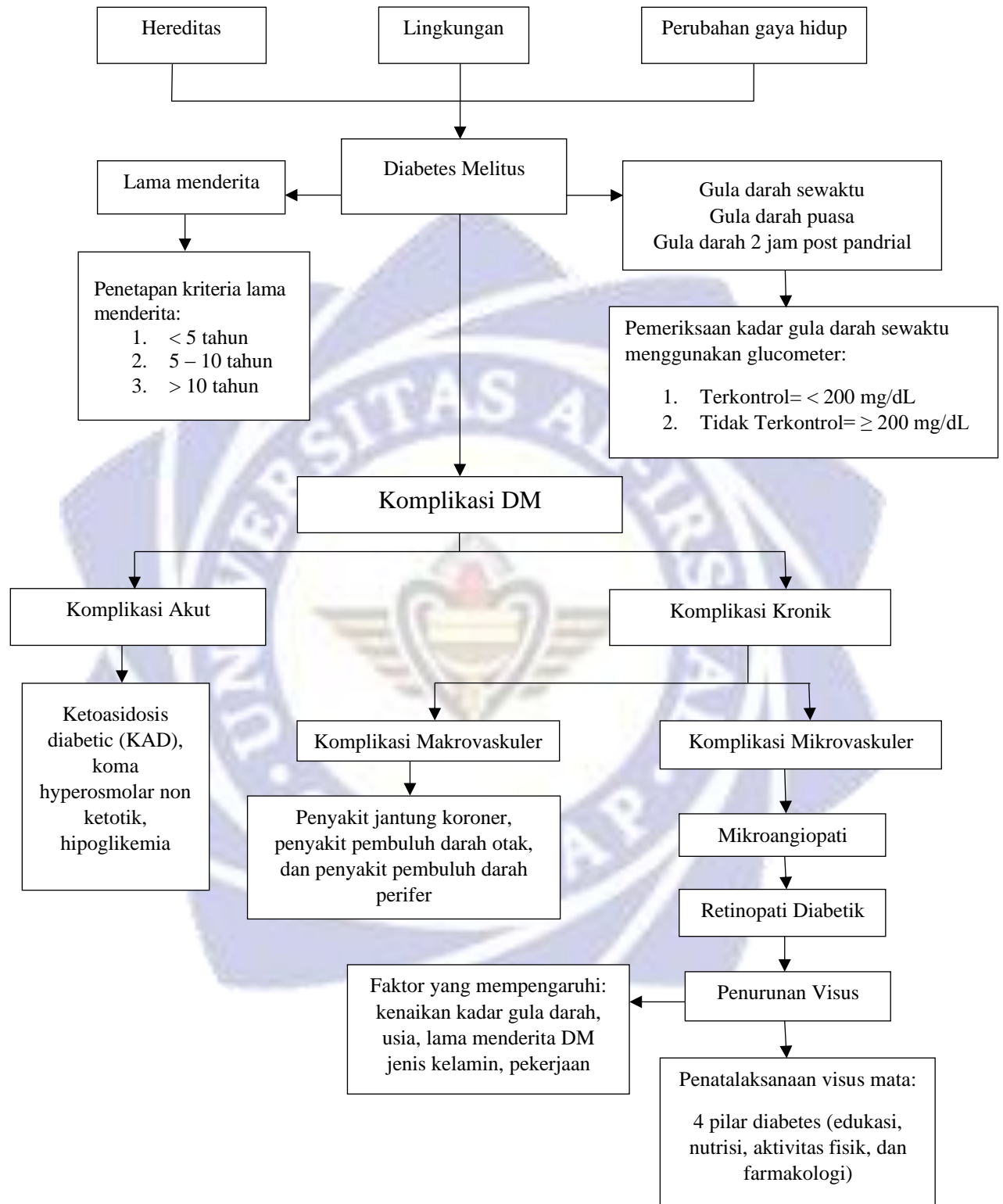


Jika huruf paling atas tidak dapat dibaca pada jarak 1 meter (1/60), gunakan jari peneliti pada berbagai jarak kurang dari 1 meter dan minta apakah pasien dapat menghitungnya. Ini dicatat sebagai penghitungan jari (CF). Catat sebagai: Visus= Penghitungan jari (CF). Jika pasien tidak bisa menghitung jari, lambaikan tangan peneliti dan minta apakah pasien dapat melihatnya. Ini dicatat sebagai gerakan tangan. Catat sebagai Visus=Lambaian tangan (Putera, 2016).



Gambar 1. Snellen chart

## B. Kerangka Teori



Bagan 2.1 Kerangka Teori