

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Mellitus

1. Definisi

Diabetes Melitus adalah penyakit yang terjadi karena adanya peningkatan kadar gula darah yang di sertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang dihubungkan dengan kekurangan secara absolut atau relatif dari kerja dan atau sekresi insulin (Nurjannah & Asthiningsih, 2023). Diabetes melitus adalah penyakit tidak menular yang mengganggu metabolisme tubuh selama bertahun-tahun yang ditandai dengan tingginya kadar gula di dalam darah karena hormon insulin yang diproduksi oleh tubuh yang meningkatkan konsentrasi gula dalam darah dan tidak dapat digunakan secara efektif untuk menjaga keseimbangan gula darah (Febrinasari et al., 2020). Diabetes dapat menyebabkan efek samping dari kepala hingga kaki, termasuk penyakit jantung dan stroke, gagal ginjal, hingga infeksi, terutama pada kaki yang dapat berlanjut setelah amputasi, yang dapat mengakibatkan kematian (Tandra, 2020).

Diabetes melitus termasuk penyakit metabolik yang kronik dan kompleks dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya yang membutuhkan tatalaksana yang tepat untuk mencegah komplikasi akut dan komplikasi jangka Panjang (Soeslistijo et al, 2021). Diabetes Melitus tipe 2 merupakan tipe paling umum DM, terdapat sekitar 90% dari kasus DM adalah DM tipe 2. Hiperglikemia pada DM tipe 2 timbul karena ketidakmampuan sel tubuh untuk merespon insulin atau resistensi insulin serta gangguan sekresi insulin oleh sel beta pankreas (Nugroho et al., 2021).

2. Jenis DM

Menurut Tandra (2020), Diabetes diklasifikasikan dalam beberapa kategori umum yaitu sebagai berikut:

a. Diabetes Melitus Tipe 1

Ketika pankreas tidak dapat membuat cukup insulin untuk tubuh, atau jika tidak ada sama sekali, gula menumpuk di peredaran darah karena tidak dapat diangkut ke dalam sel. Diabetes tipe 1 adalah kondisi ini. Diabetes tipe 1 biasanya muncul pada usia anak-anak atau remaja, dan dapat didiagnosis pada pria maupun wanita. Gejalanya sering muncul dengan cepat, dan jika tidak diobati dengan suntikan insulin segera, kondisi ini dapat menjadi sangat parah hingga penderitanya koma

b. Diabetes Melitus Tipe 2

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

c. Diabetes Gestational

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

d. Diabetes Tipe Lain

Diabetes sekunder atau sebagai akibat dari penyakit lain adalah diabetes lain yang tidak termasuk dalam kelompok di atas. Diabetes ini mengganggu produksi insulin atau mempengaruhi kerja insulin.

Gangguan kelenjar adrenal atau hipofisis, penggunaan hormone kortikosteroid, pemakaian beberapa obat antihipertensi atau antikolesterol, malnutrisi, atau infeksi.

3. Faktor Resiko Diabetes Mellitus Tipe 2

Langkah awal pencegahan diabetes adalah mendeteksi faktor-faktor risiko DM yang mungkin terjadi. Dilihat dari penelitian sebelumnya bahwa faktor perilaku, sosiodemografi dan *life style* serta kondisi klinis atau mental dapat memengaruhi kejadian diabetes mellitus. Faktor sosio demografi antara lain, umur, jenis kelamin, status pernikahan, pekerjaan dan tingkat pendidikan. Faktor-faktor perilaku antara lain konsumsi buah dan sayur, perilaku merokok, konsumsi alkohol dan aktifitas fisik (Milita et al., 2021). Faktor risiko lainnya adalah jenis kelamin. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa angka kejadian diabetes pada wanita lebih tinggi dibandingkan pada pria. Wanita memiliki komposisi lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan pria sehingga memiliki peluang lebih besar untuk mengalami penambahan berat badan, yang dikaitkan dengan risiko obesitas dan diabetes. (Rahayu & Jayakarta PKP DKI Jakarta, 2020).

Beberapa keadaan dibawah ini dapat menyebabkan timbulnya penyakit Diabetes melitus menurut Tandra (2020), adalah sebagai berikut:

a. Lanjut Usia

Seseorang terkena diabetes melitus tipe 2 akan meningkat seiring bertambahnya usia, terutama pada usia di atas 40 tahun. Pada usia 45–60 tahun, terjadi penambahan intoleransi gula darah (glukosa) dan kemampuan sel pankreas dalam memproduksi insulin berkurang. diabetes pasti akan muncul jika tubuh terus dipenuhi dengan makanan berkalori tinggi atau menu karbohidrat. Ini karena kemampuan insulin dan pankreas melemah.

b. Ras atau etnis

Diabetes lebih sering didiagnosis pada orang berkulit hitam daripada orang berkulit putih. Orang Asia lebih rentan terhadap diabetes.

c. Gaya hidup

Tidak sarapan, makan hingga larut malam, tidak bisa tidur jika makan makanan berat, gemar merokok, kurang bergerak, dan menjadi gemuk. Semua hal ini dapat menyebabkan resistensi insulin, yang dapat menyebabkan diabetes. Lebih dari 80 persen orang gemuk akan mengalami diabetes. Selain itu, risiko terkena sakit jantung atau stroke meningkat sebanyak dua hingga empat kali lipat. Semakin banyak lemak yang tertimbun di perut, insulin menjadi lebih sulit untuk bekerja, yang menyebabkan peningkatan gula darah menjadi lebih mudah.

d. Obat-obatan steroid

Penderita asma atau rematik yang sering mengonsumsi steroid memiliki efek *counter-insulin*, yang menyebabkan gula darah naik. Dengan cara yang serupa, beberapa obat, seperti penyekat beta dan diuretik, obat tuberkulosa (INH), obat asma (salbutamol dan terbutaline), obat HIV (pentamidin, protease inhibitor), dan obat menurunkan kolesterol (niacin).

e. Infeksi pada pankreas

Diabetes dapat disebabkan oleh pankreatitis atau penyakit yang menyerang kelenjar hipofisis seperti akromegali.

f. Kehamilan

Diabetes dapat terjadi pada 2-5% wanita Pada kondisi hamil, seorang ibu dengan sendirinya akan menambah porsi makan untuk mencukupi kebutuhan janin yang dikandungnya sehingga akan terjadi penambahan berat badan pada saat umurnya berkisar antara 7 hingga 10 kg. Pada saat terjadi penambahan jumlah makanan yang dikonsumsi, hal ini bisa menyebabkan produksi insulin kurang mencukupi untuk menangkap glukosa yang masuk ke dalam tubuh sehingga akan muncul gejala DM tipe 2 ini

g. Keturunan

Jika seseorang dalam keluarganya menderita diabetes, anggota keluarga yang lain juga berisiko menderita diabetes.

h. Stres

Dalam situasi ini menyebabkan hormon *counter insulin*, yang bekerja berlawanan dengan insulin, menjadi lebih aktif, menyebabkan peningkatan gula darah.

Bagi penderita DM, untuk mengendalikan perkembangan penyakit maka sangat diperlukan diet dan pengaturan makan. Pengaturan makan dengan olahraga yang teratur juga dapat menurunkan berat badan. Para ahli juga menyebutkan bahwa penurunan berat badan sekitar 5% hingga 10% dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah secara signifikan. pengaturan makan atau diet, selain berguna untuk menurunkan berat badan juga dapat menormalkan glukosa darah, tekanan darah, kolesterol darah.

Pengaturan makan DM memiliki beberapa prinsip (A, Marisa, 2020):

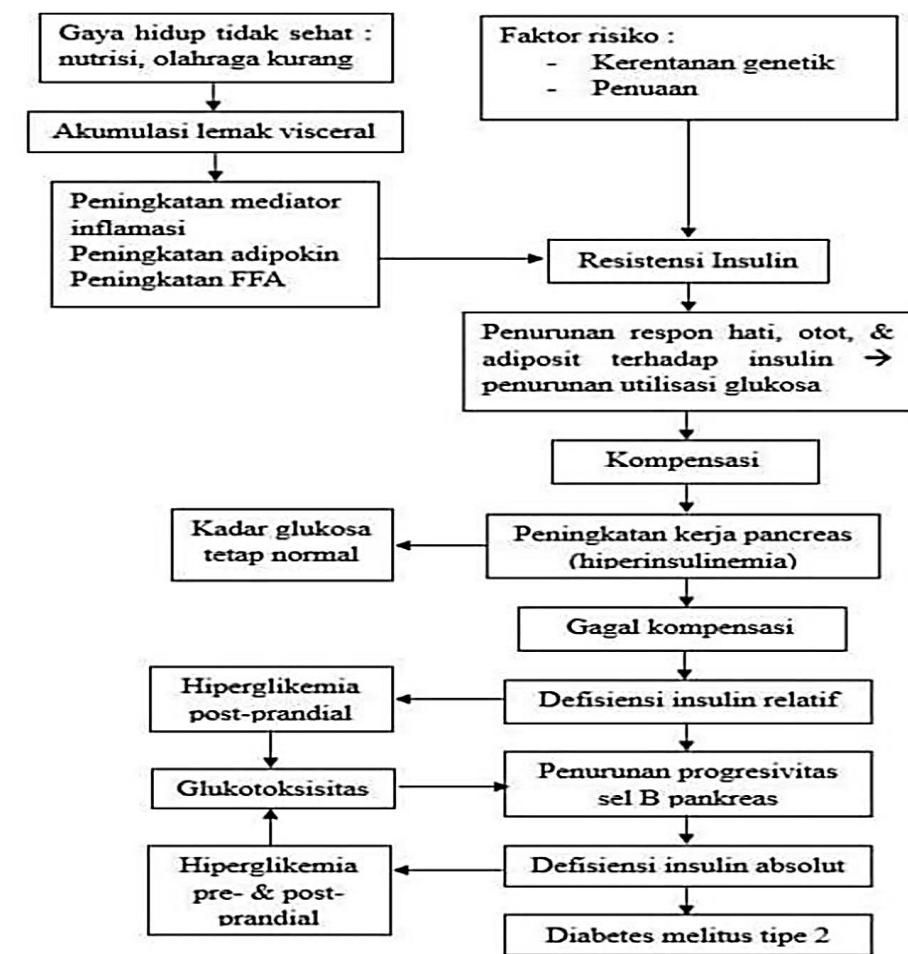
- a. Menyesuaikan antara pasokan dengan pengeluaran energi.
- b. Mengetahui berat badan sesuai terget yang diinginkan. Target berat badan yang diinginkan harus disesuaikan dengan umur dan jenis kelamin. Berat badan yang diinginkan dapat diukur 13 berdasarkan IMT (Indeks Massa Tubuh atau BMI) yang dihitung dengan menggunakan rumus yaitu membagi berat badan dengan tinggi badan dalam cm dikuadratkan. Berat badan baik bila IMT 30 itu berarti kegemukan atau beresiko tinggi mengalami masalah kesehatan.
- c. Memprediksi rasio penurunan berat badan

Salah satu pengelolaan diabetes melitus adalah dengan pengelolaan berat badan, namun sangat tidak dianjurkan untuk menurunkan berat badan secara terburu-buru. Penurunan berat badan yang ideal adalah hanya sekitar 1-2 kg per bulan. Penurunan berat badan secara bertahap dapat lebih memudahkan untuk mempertahankannya dalam jangka waktu yang lebih lama.

d. Merencanakan diet yang tepat

Sebenarnya, tidak ada diet khusus yang dirancang untuk penderita DM. Diet DM yang dianjurkan pada umumnya sama dengan pola makan sehat yang dianjurkan untuk semua orang tetapi, dengan prinsip, mengandung yang nutrisi tinggi, rendah lemak, tinggi serat dan cukup kalori. Pola makan yang sehat seperti ini tidak hanya berlaku untuk orang yang menderita DM, tetapi, dapat juga diterapkan pada orang yang memiliki resiko DM atau untuk menghindari terjadinya DM.

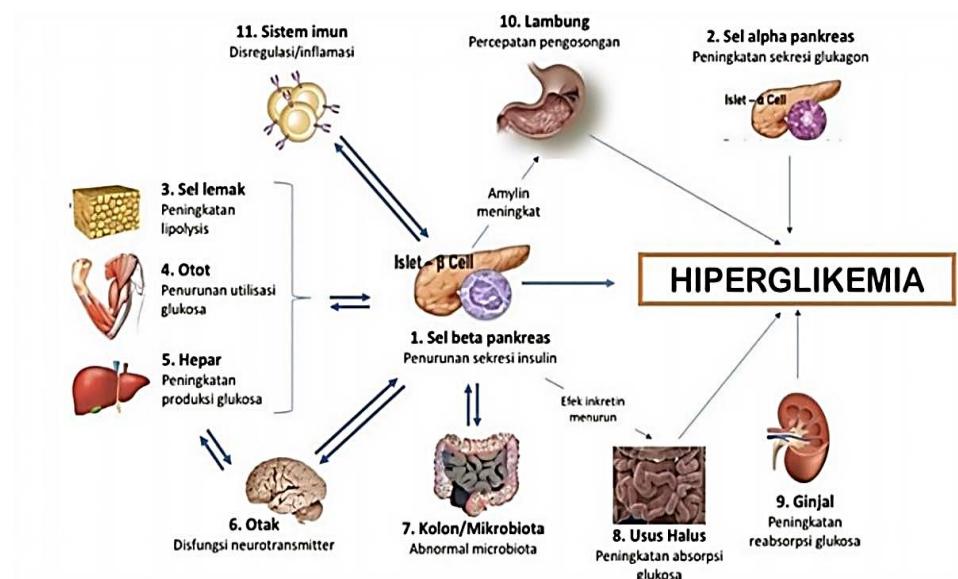
4. Patogenesis Terjadinya Diabetes Mellitus tipe 2



Gambar 2. 1 Patogenesis DM tipe 2

(Yu Y, Vetere P, Goobie G, 2022)

Resistensi insulin pada sel otot dan hati, serta kegagalan sel beta pankreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari diabetes melitus. Hasil penelitian terbaru telah diketahui bahwa kegagalan sel beta terjadi lebih dini dan lebih berat dari yang diperkirakan sebelumnya. Schwartz pada tahun 2016 menyampaikan, terdapat sebelas organ lain yang berperan dalam pathogenesis dm tipe 2 yang disebut sebagai the egregious eleven (PERKENI, 2021).



Gambar 2. 2 The Egregious Eleven

(PERKENI, 2021)

Secara garis besar patogenesis hiperglikemia disebabkan oleh sebelas hal (egregious eleven) yaitu (Gambar 2.2) :

a. Kegagalan sel beta pankreas

Pada saat diagnosis DM tipe 2 ditegakkan, fungsi sel beta sudah sangat berkurang.

b. Disfungsi sel alfa pankreas

Sel alfa berfungsi pada sintesis glukagon yang dalam keadaan puasa kadarnya di dalam plasma akan meningkat. Peningkatan ini menyebabkan produksi glukosa hati dalam keadaan basal meningkat secara bermakna dibanding individu yang normal.

c. Sel lemak

Sel lemak yang resisten terhadap efek antilipolisis dari insulin, menyebabkan peningkatan proses lipolisis dan kadar asam lemak bebas (free fatty acid/FFA) dalam plasma. Peningkatan FFA akan merangsang proses glukoneogenesis, dan mencetuskan resistensi insulin di hepar dan otot, sehingga mengganggu sekresi insulin. Gangguan yang disebabkan oleh FFA ini disebut sebagai lipotoksitas.

d. Otot

Pada pasien DM tipe 2 didapatkan gangguan kinerja insulin yang multipel di intramioselular, yang diakibatkan oleh gangguan fosforilasi tirosin, sehingga terjadi gangguan transport glukosa dalam sel otot, penurunan sintesis glikogen, dan penurunan oksidasi glukosa.

e. Hepar

Pada pasien DM tipe 2 terjadi resistensi insulin yang berat dan memicu glukoneogenesis sehingga produksi glukosa dalam keadaan basal oleh hepar (hepatic glucose production) meningkat.

f. Otak

Insulin merupakan penekan nafsu makan yang kuat. Pada individu yang obesit as baik yang DM maupun non-DM, didapatkan hiperinsulinemia yang merupakan mekanisme kompensasi dari resistensi insulin. Pada golongan ini asupan makanan justru meningkat akibat adanya resistensi insulin yang juga terjadi di otak.

g. Kolon/Mikrobiota

Perubahan komposisi mikrobiota pada kolon berkontribusi dalam keadaan hiperglikemia. Mikrobiota usus terbukti berhubungan dengan DM tipe 1, DM tipe 2, dan obesitas sehingga menjelaskan bahwa hanya sebagian individu berat badan berlebih akan berkembang menjadi DM

h. Usus halus

Glukosa yang ditelan memicu respons insulin jauh lebih besar dibanding bila diberikan secara intravena. Efek yang dikenal sebagai efek inkretin ini diperankan oleh 2 hormon yaitu *glucagon-like polypeptide-1*

(GLP-1) dan *gastric inhibitory polypeptide* (GIP). Pada pasien DM tipe 2 didapatkan defisiensi GLP-1 dan resisten terhadap hormon GIP. Saluran pencernaan juga mempunyai peran dalam penyerapan karbohidrat melalui kinerja enzim alfa glukosidase yang akan memecah polisakarida menjadi monosakarida, dan kemudian diserap oleh usus sehingga berakibat meningkatkan glukosa darah setelah makan.

i. Ginjal

Ginjal memfiltrasi sekitar 163 gram glukosa sehari. Sembilan puluh persen dari glukosa terfiltrasi ini akan diserap kembali melalui peran enzim *sodium glucose co-transporter -2* (SGLT2) pada bagian proximal convoluted tubule dan 10% sisanya akan diabsorbsi melalui peran *sodium glucose co-transporter - 1* (SGLT-1) pada tubulus desenden dan asenden, sehingga akhirnya tidak ada glukosa dalam urin. Pada pasien DM terjadi peningkatan ekspresi gen SGLT-2, sehingga terjadi peningkatan reabsorbsi glukosa di dalam tubulus ginjal dan mengakibatkan peningkatan kadar glukosa darah.

j. Lambung

Penurunan produksi amilin pada diabetes merupakan konsekuensi kerusakan sel beta pankreas. Penurunan kadar amilin menyebabkan percepatan pengosongan lambung dan peningkatan absorpsi glukosa di usus halus, yang berhubungan dengan peningkatan kadar glukosa postprandial.

k. Sistem Imun

Terdapat bukti bahwa sitokin menginduksi respon fase akut (disebut sebagai inflamasi derajat rendah, merupakan bagian dari aktivasi sistem imun bawaan/innate) yang berhubungan erat dengan patogenesis DM tipe 2 dan berkaitan dengan komplikasi seperti dislipidemia dan aterosklerosis. Inflamasi sistemik derajat rendah berperan dalam induksi stres pada endoplasma akibat peningkatan kebutuhan metabolisme untuk insulin.

5. Diagnosis Diabetes Mellitus Tipe 2

Diagnosis diabetes mellitus ditegakkan berdasarkan pemeriksaan glukosa darah dengan bahan plasma darah vena. Kriteria diagnosis diabetes mellitus adalah pemeriksaan glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dL atau pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 mg/dL 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral dengan beban glukosa 75 gram atau pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dL dengan keluhan klasik, atau pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$ (11) (Sinabutar et al., 2022).

Diagnosis DM ditegakkan atas pemeriksaan kadar glukosa darah. Keluhan klasik yang dapat ditemukan pada penderita dm yaitu poliuri, polidipsi, polifagi, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya. Selain itu, terdapat pula keluhan lain seperti lemah badan, kesemutan, gatal, mata kabur, disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulva pada wanita (PERKENI, 2021).

Meningkatnya usia menjadi salah satu faktor penyulit DM. Sensitifitas insulin mulai menurun sehingga kadar gula darah yang seharusnya masuk ke dalam sel akan tetap berada di aliran darah yang menyebabkan kadar gula darah meningkat. Peningkatan usia (aging process) menyebabkan peningkatan risiko DM berkaitan dengan beberapa faktor yaitu diantaranya peningkatan jaringan adiposa, penurunan aktivitas, dan kerusakan pengeluaran insulin (Gunawan & Rahmawati, 2021).

Penderita diabetes yang telah menderita diabetes selama lebih dari 5 tahun berisiko 4-5 kali lebih tinggi mengalami perubahan vascular dibandingkan mereka yang baru menderita diabetes kurang dari 5 tahun (Sri Rahmi et al., 2022). Diabetes jangka panjang dengan kadar gula darah tidak terkontrol dapat merusak dinding pembuluh darah, menyebabkan kekakuan arteri dan menurunkan tekanan darah. Kondisi ini meningkatkan risiko terbentuknya endapan kalsium, terutama pada arteri medial seperti arteri di pergelangan kaki (ankle), yang dapat menyebabkan kekakuan dinding arteri. Perubahan tersebut dapat memengaruhi nilai Ankle Brachial Index (ABI), yang merupakan indikator penting dalam menilai

aliran darah ke ekstremitas bawah. Oleh sebab itu, ABI dapat digunakan untuk mengevaluasi iskemia pada arteri ekstremitas bawah pada pasien DM.

Proses penuaan menyebabkan terjadinya kekakuan aorta hasil dari proses degeneratif, yang menyebabkan pengembalian terlalu dini (cepat) yang mana menyebabkan aliran darah berkurang ke arteri brachial dan lebih lagi ke arteri pada ankle sehingga menyebabkan penurunan ABI (Indhit Tri Utami, 2025). Lamanya waktu seseorang mengalami Diabetes Melitus dapat memperberat resiko komplikasi diabetes melitus salah satunya adalah terhambatnya vaskularisasi perifer sehingga menurunkan nilai ABI (Gunawan & Rahmawati, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Hijriana & Shara (2020) ada hubungan nilai Ankle Brachial Index dengan lamanya Diabetes Melitus. Penurunan sirkulasi ke perifer akibat lamanya diabetes mellitus merupakan salah satu penyebab terjadinya ulkus diabetik yang disebabkan oleh penurunan suplai oksigen dan nutrien sehingga menyebabkan luka gangren pada kaki (Indhit Tri Utami, 2025).

6. Faktor yang Mempengaruhi Kontrol Gula Darah

Diabetes mellitus merupakan penyakit menahun (kronis) berupa gangguan metabolismik yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah yang melebihi batas normal dan salah satunya adalah diabetes mellitus (Kemenkes RI, 2020). Diabetes mellitus itu sendiri memiliki faktor resiko yang berkontribusi terhadap kejadian penyakit yaitu faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi (usia, jenis kelamin, Riwayat merokok dan lama menderita diabetes mellitus pada keluarga) dan faktor risiko yang dapat dimodifikasi (berat badan berlebih, kurangnya aktivitas fisik, hipertensi, gangguan profil lipid dalam darah dan atau trigliserida $> 250 \text{ mg/dL}$, dan diet tidak sehat tinggi gula dan rendah serat) (Kemenkes RI, 2020). Salah satu metode pengendalian kadar gula dalam darah adalah dengan mematuhi empat pilar penatalaksanaan diabetes mellitus yang terdiri dari edukasi, terapi nutrisi medis, latihan fisik, dan terapi farmakologis. Kepatuhan pasien diabetes mellitus tipe 2 dalam menjalankan empat pilar

penatalaksanaan diabetes mellitus tipe 2 ini akan membantu pasien diabetes mellitus dalam mengendalikan kadar gula dalam darah (PERKENI, 2021).

B. Kadar Glukosa Darah

1. Definisi Kadar Glukosa

Kadar glukosa darah adalah jumlah glukosa atau zat gula yang terdapat dalam darah. Kadar glukosa darah yang normal perlu dijaga karena kadar yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat berdampak buruk pada kesehatan. Lansia penderita diabetes mellitus (DM) tipe 2 sering kali memiliki kadar glukosa darah yang cukup tinggi. Tingginya kadar glukosa darah ini disebabkan oleh gangguan metabolisme karbohidrat yang melibatkan beberapa faktor, di antaranya:

a. Resistensi Insulin

- 1) Resistensi insulin merupakan gangguan terpenting yang menyebabkan tingginya kadar gula darah. Pada lansia, ini disebabkan oleh beberapa faktor, yakni:
 - 2) Perubahan Komposisi Tubuh lansia cenderung memiliki massa otot yang lebih sedikit dan jaringan lemak yang lebih banyak. Hal ini mengurangi jumlah reseptor insulin yang siap berikatan dengan insulin.
 - 3) Menurunnya Aktivitas Fisik, aktivitas fisik yang berkurang menyebabkan penurunan penggunaan glukosa oleh otot, sehingga meningkatkan kadar glukosa dalam darah (Melina & Handayani, 2021).

b. Hilangnya Pelepasan Insulin Fase Pertama

Pada lansia dengan DM, terdapat hilangnya lonjakan awal insulin setelah makan (postprandial), yang mengakibatkan ketidakmampuan tubuh untuk mengatur lonjakan gula darah.

c. Peningkatan Kadar Glukosa Postprandial

Peningkatan kadar glukosa setelah makan juga menjadi masalah. Hal ini sering terjadi karena pola makan yang buruk, termasuk

meningkatnya asupan karbohidrat, terutama seiring bertambahnya usia dan berkurangnya jumlah gigi yang menjadi kendala dalam mengunyah.

2. Metabolisme Kadar Glukosa

Dalam proses metabolisme, glukosa merupakan karbohidrat yang beredar di dalam tubuh dan di dalam sel merupakan sumber energi. Glikogen atau glukosa merupakan bentuk simpanan utama karbohidrat didalam tubuh, terutama dihati dan otot. Di hati fungsi utamanya adalah menyediakan glukosa untuk jaringan ekstrahepatik. Di otot, senyawa ini berfungsi sebagai sumber bahan bakar metabolik yang dapat segera digunakan otot. Glukosa darah berasal dari makanan, karbohidrat dalam makanan menghasilkan glukosa, galaktosa dan fruktosa yang kemudian diangkut ke hati melalui vena porta hepatica. Glukosa terbentuk dari dua kelompok senyawa yang menjalani gluconeogenesis (Pertiwi, 2022).

Pemeliharaan kadar glukosa darah yang stabil merupakan salah satu mekanisme homeostasis yang diatur paling ketat yang melibatkan hati, jaringan ekstrahepatik, dan beberapa hormon. Sel hati bersifat permeabel bebas untuk glukosa (melalui pengangkut GLUT 2) sedangkan, sel jaringan ekstrahepatik (selain sel β pulau pankreas) relatif impermeabel, dan pengangkut glukosa jaringan ini diatur oleh insulin. Jika glukosa darah meningkat hingga kadar yang relatif tinggi ginjal juga mulai melaksanakan efek-efek regulatorik. Glukosa secara terus menerus difiltrasi oleh glomerulus, tetapi, dalam keadaan normal direabsorpsi secara sempurna di tubulus ginjal melalui transport aktif (Novrian, 2019).

3. Faktor Lain yang Mempengaruhi Kadar Glukosa

Berikut ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah, yaitu (Salsabila, 2023):

a. Diet dan Pola Makan

Makanan dan minuman yang mengandung karbohidrat, protein, dan lemak dalam jumlah banyak dapat

b. Merokok

Rokok dapat memperburuk kondisi pada penderita diabetes karena dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah.

c. Alkohol

Konsumsi alkohol berkaitan erat dengan kerusakan pada pankreas atau pankreatitis. Hal ini dapat menyebabkan gangguan dalam produksi insulin oleh pankreas yang menyebabkan meningkatnya faktor resiko diabetes melitus.

d. Obat-obatan

Beberapa obat yang memiliki keterkaitan erat dengan kadar gula darah adalah obat antidiabetes, tiazid, kortikosteroid. Jika metode non-farmakologis (seperti diet dan aktivitas fisik yang sesuai untuk jangka waktu tertentu) tidak efektif, diabetes dapat dikelola dengan metode farmakologis, dengan agen hipoglikemik oral atau injeksi insulin tepat indikasi.

e. Aktivitas fisik atau olahraga

Penggunaan glukosa yang meningkat oleh aktivitas otot yang aktif dapat menurunkan kadar glukosa darah. Aktivitas fisik dapat membantu mengontrol glukosa darah, menurunkan resistensi insulin, menaikkan sensitivitas insulin sehingga insulin dapat bekerja lebih baik.

f. Suhu dan waktu (pemeriksaan tertunda)

Tanpa pemberian antikoagulan sampel darah yang dibiarkan pada suhu ruangan dapat mengalami proses dekomposisi dengan cepat sekitar 7 mg/dl per jam. Berbeda pada suhu rendah 4°C, kecepatan dekomposisi menurun menjadi 2 mg/dl per jam.

Faktor lain yang menyebabkan tingginya kadar glukosa darah pada lansia adalah (Melina & Handayani, 2021):

a. Usia

Semakin tua seseorang, semakin besar risiko terjadinya intoleransi glukosa. Ini bisa berhubungan dengan obesitas, aktivitas fisik yang menurun, dan berkurangnya massa otot.

b. Jenis kelamin dan pendidikan

Faktor sosial juga berkontribusi terhadap prevalensi diabetes.

Misalnya, tingkat pendidikan dapat mempengaruhi kesadaran akan pola makan dan aktivitas fisik.

c. Kesehatan umum

Penyakit penyerta dan penggunaan obat-obatan pada lansia dapat berkontribusi terhadap penurunan sekresi insulin serta meningkatkan kadar glukosa dalam darah

d. Penuaan

Risiko kadar gula darah meningkat sejalan dengan penuaan, terutama mulai usia 45 tahun ke atas (Melina & Handayani, 2021).

Berikut ini adalah Kadar glukosa darah normal dan kadar glukosa darah yang melebihi batas normal Pre-Diabetes atau Diabetes sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Kriteria Diagnosis Kadar Glukosa Darah

	Glukosa darah puasa (mg/dL)
Diabetes	≥ 126
Pre-diabetes	100-125
Normal	70-99

(Sumber: PERKENI, 2021)

Kadar gula darah yang terlalu rendah, yaitu di bawah 70 mg/dL, dapat menandakan hipoglikemia. Hipoglikemia dapat disebabkan oleh makanan yang dikonsumsi atau efek samping obat-obatan yang dikonsumsi oleh penderita diabetes.

4. Pengaruh Aktivitas Fisik terhadap Kadar Glukosa

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam mengendalikan kadar glukosa darah. Peningkatan penggunaan glukosa melalui aktivitas fisik yang tinggi dapat membantu menurunkan kadar glukosa dalam darah. Selama berolahraga, otot-otot menggunakan glukosa yang disimpan, sehingga mengurangi kadar glukosa dalam darah dan memperbaiki kontrol gula darah

melalui beberapa mekanisme, termasuk perubahan hormonal dan regulasi saraf (Melina & Handayani, 2021).

5. Jenis Pengukuran Glukosa Darah

Terdapat beberapa jenis dalam pengukuran glukosa darah, yaitu sebagai berikut (Novrian, 2019) :

- a. Pemeriksaan glukosa sewaktu

Sampel darah diambil sewaktu-waktu, tidak memerlukan banyak perencanaan dan tanpa memperhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi orang tersebut.

- b. Pemeriksaan glukosa darah puasa

Pemeriksaan glukosa darah puasa diambil setelah puasa. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam. Biasanya digunakan untuk pemeriksaan diagnosis DM tipe 2

- c. Pemeriksaan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Pemeriksaan dilakukan 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram.

- d. Pemeriksaan HbA1c

Tes HbA1c tidak langsung mengukur tingkat glukosa darah, tetapi, hasil tes dipengaruhi oleh seberapa tinggi atau rendah kadar glukosa darah selama 2 sampai 3 bulan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan metode yang terstandarisasi oleh *National Glycohaemoglobin Standardization Program* (NGSP).

C. Nilai Ankle Bracial Index (ABI)

1. Definisi

Ankle Brachial Index (ABI) merupakan pemeriksaan non infasif pembuluh darah yang berfungsi untuk mendeteksi adanya tanda dan gejala pembuluh darah prefer seperti iskemia, adanya penurunan perfusi perifer yang dapat mengakibatkan angiopati dan neuropati diabetik. Pemeriksaan alat ini dengan cara mengukur tekanan darah ankle (kaki) dan brachial

(lengan) dengan menggunakan spognomanometer dan stetoskop. Ankle brachial index diukur dengan membagi tekanan sistolik di pergelangan kaki dengan tekanan darah sistolik di lengan. Pemeriksaan ankle brachial index sangat berguna untuk mengetahui adanya penyakit arteri perifer (PAP). Adapun nilai ABI diantaranya:

Tabel 2.2 Interpretasi Nilai *Ankle Brachial Index* (ABI)

Normal	0,91 -1,40
Tidak Normal	0,40 – 0,90
Sumber: Kramer, 2020	

2. Gambaran nilai ABI dan Glukosa Darah

Nilai ABI rendah pada penderita DM tipe 2 dikaitkan dengan aterosklerosis sehingga mempengaruhi sirkulasi perfusi arterial menuju ekstremitas distal (Aerden et al., 2011). Penurunan perfusi ini biasanya ditandai dengan hilangnya pulsasi perifer, kaudikasio intermitten (nyeri waktu berjalan, dan membaik saat istirahat) serta mudah terjadinya infeksi dan ulserasi. Nilai ABI rendah dipengaruhi oleh ketidakteraturan menkonsumsi obat anti hiperglikemik, ketidakteraturan melakukan aktivitas fisik, ketidakteraturan melakukan perawatan kaki dan ketidakteraturan melaksanakan diet DM (Widyanata et al., 2023). Gula darah yang tidak terkontrol berpotensi menimbulkan komplikasi DM baik itu makrovaskular ataupun mikrovaskuler salah satunya PAD. Untuk mencapai gula darah terkontrol dibutuhkan manajemen DM yang baik diantaranya adalah, terapi nutrisi medis, aktivitas dan perawatan kaki, terapi obat, edukasi kontrolgula darah rutin (Widyanata et al., 2023).

3. Hubungan Kadar Glukosa Darah dengan Nilai ABI

Berdasarkan hasil uji statistik korelasi menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara nilai gula darah dengan nilai ABI. Hubungan tersebut bersifat berbanding terbalik, yang dapat diartikan bahwa semakin

tinggi glukosa darah maka nilai ABI semakin rendah. Temuan ini mengartikan bahwa komplikasi makrovaskular DM sangat berhubungan dengan glukosa darah. Kadar gula dalam darah yang tinggi dapat mempengaruhi sirkulasi darah, mempercepat proses aterosklerosis pada pembuluh darah besar seperti aorta, arteri koroner, atau arteri yang memasok darah ke otak dan kaki yang menyebabkan sirkulasi darah ke kaki juga terhambat dan bisa mengakibatkan nilai ABI rendah (Fitriyah dkk., 2022).

Komplikasi seperti kurang aliran darah dapat menyebabkan gangguan sirkulasi sehingga terjadi iskemia jaringan di bagian bawah ekstremitas karena kurangnya suplai oksigen sehingga bisa menyebabkan gangren dan membutuhkan amputasi (Wijayanti & Warsono, 2022). Lamanya waktu seseorang mengalami Diabetes Melitus dapat memperberat resiko komplikasi diabetes melitus salah satunya adalah terhambatnya vaskularisasi perifer sehingga menurunkan nilai ABI (Gunawan & Rahmawati, 2021). Faktor lain yang mempengaruhi nilai Ankle Brachial Index adalah terapi diet dan aktivitas fisik. maka kadar glukosa akan dapat terkontrol sehingga tidak akan menimbulkan hiperglikemia pada pasien. Mempertahankan kadar glukosa darah tetap terkontrol sangat penting untuk menjaga nilai ABI sehingga sirkulasi khususnya di daerah kaki dapat berjalan dengan baik. Sirkulasi yang baik pada area kaki dapat mencegah munculnya diabetic foot yang berujung pada terjadinya ganggeren pada luka diabetes di kaki (Widyanata et al., 2023). Peningkatan kadar gula darah yang lama mengakibatkan rusaknya lumen pembuluh darah. Kerusakan lumen pembuluh darah akan mempengaruhi sirkulasi perifer menjadi terhambat sehingga dapat menurunkan nilai *Ankle Brachial Index*, dan berakibat pada terjadinya ukus diabetikum (Awalin et al., 2021).

4. Prosedur pengukuran ABI

Menurut Nadrati & Supriatna (2021), untuk mendeteksi kerusakan arteri dan mengetahui aliran pembuluh nadi ke kaki, serta mengenali penyakit pembuluh darah tepi *Peripheral Arteri Disease* (PAD) di kaki. Adapun penjelasan tentang cara penggunaan pengukuran ABI sebagai berikut:

a. Peralatan ABI

Menurut Nadrati & Supriatna (2021), peralatan yang diperlukan, yaitu :

- 1) Tensimeter
- 2) Stetoskop

b. Prosedur pengukuran ABI

Langkah-langkah pengukuran ABI berdasarkan (MHRA, 2021), diantaranya: Langkah 1. Mengukur tekanan sistolik arteri brachialis pada kedua lengan:

- 1) Instruksikan pasien berbaring dengan posisi telentang (*supine*) dengan posisi tubuh rileks.
- 2) Tempatkan manset tekanan darah pada lengan atas pasien dengan tepi bawah sekitar 1-2 cm diatas fossa antecubital.
- 3) Setelah manset terpasang dengan baik, pompa manset hingga denyut hilang, lalu lepaskan perlahan.
- 4) Catat tekanan sistolik, yaitu saat bunyi korotkoff pertama kali terdengar.
- 5) Ulangi pada lengan lainnya, dan gunakan nilai sistolik tertinggi dari kedua lengan untuk perhitungan ABI

Langkah 2. Mengukur tekanan sistolik ankle (pergelangan kaki) pada kedua tungkai:

- 1) Tempatkan manset tekanan darah pada kaki pasien kira-kira 2 inci di atas medial pergelangan kaki maleolus.
- 2) Setelah manset terpasang dengan baik, letakkan stetoskop di atas *Arteri dorsalis pedis* (bagian atas kaki).

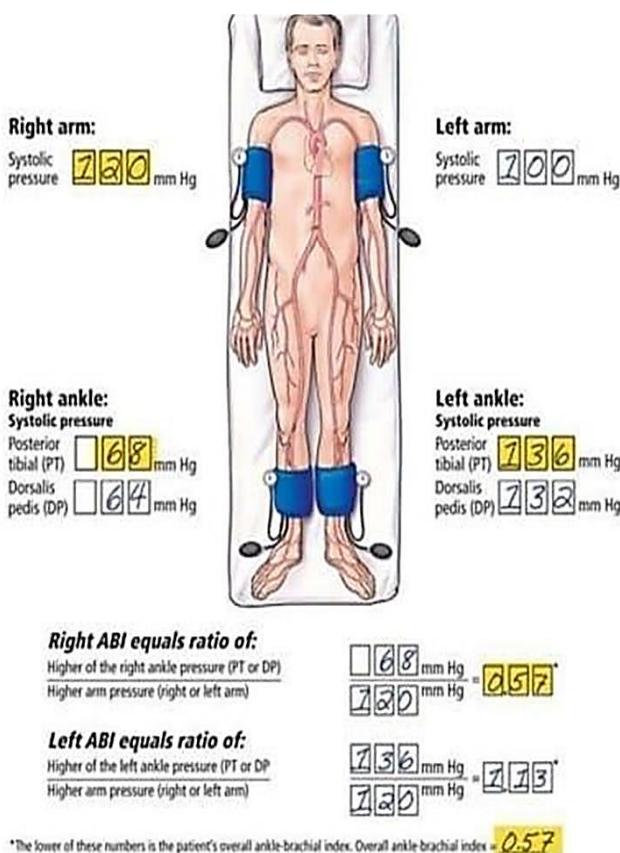
- 3) Instruksikan pasien untuk tetap tenang dan tidak banyak bergerak.
- 4) Pompa manset hingga bunyi hilang, lalu kurangi tekanan perlahan.
- 5) Catat tekanan sistolik saat bunyi pertama terdengar
- 6) Ulangi prosedur ini pada pergelangan kaki yang lain dan ambil nilai tertinggi dari masing-masing kaki.

Langkah 3: Menghitung Ankle Brachial Index (ABI)

- 1) Membagi setiap tekanan sistolik pergelangan kaki dengan tekanan sistolik brachialis (Kramer, 2020):

$$\text{ABI} = \frac{\text{Tekanan sistolik Brachial tertinggi}}{\text{Tekanan sistolik Ankle tertinggi}}$$

- 2) Nilai ABI menggunakan nilai tertinggi dari perhitungan keseluruhan nilai ABI bagian kanan dan kiri.



Gambar 2. 3 Perhitungan Skor ABI

(Dewi et al., 2022)

5. Interpretasi Nilai ABI

Nilai normal dari pengukuran ABI adalah 0,91-1,40. Jika hasil pengukuran lebih besar dari 1,40 maka hal ini menunjukkan kekakuan pembuluh darah. Jika hasil pengukuran lebih rendah kurang dari 0,91 menunjukkan adanya penyempitan pembuluh darah. Variasi dalam nilai ABI terjadi pada ras, jenis kelamin, usia, dan tinggi badan. Interpretasi nilai ABI menurut Kramer, 2020 :

- a. Normal : 0,91 -1,40
- b. Tidak Normal : 0,40 - 0,90

D. Variabel Terkait (*Dependent variable*)

Variabel terikat (dependen) variabel yang dipengaruhi yaitu *Ankle Brachial Index* (ABI)

E. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas (Independen) variabel yang mempengaruhi yaitu Kadar Glukosa Darah.

F. Hasil Penelitian yang Relevan

1. Hasil Pencarian Artikel

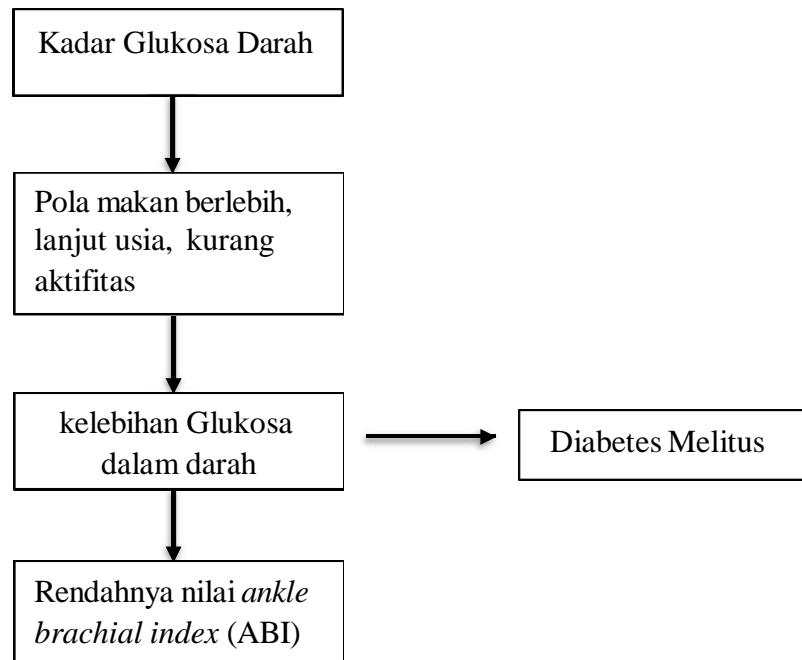
Hasil Penyaringan Studi pada pencarian awal dengan kata kunci “kadar glukos darah” dengan “*Ankle Brachial Index* ” didapatkan 12 artikel. Kemudian review membaca judul dan abstrak dari 12 artikel untuk penyaringan, pada tahap penyaringan ini, sebanyak 8 artikel dieksklusi dengan alasan memiliki desain penelitian lain ataupun memiliki populasi penelitian yang tidak sesuai dengan kriteria inklusi. Pada akhirnya didapatkan 4 artikel yang tersisa yang sesuai dengan kriteria inklusi yang selanjutnya akan digunakan untuk literature review ini.

Tabel 2. 3 Penelitian yang Relevan

Penelitian	Penulis	Metode Penelitian	Outcome	Kesimpulan	Populasi	Lokasi
Hubungan Gula Darah dengan Nilai Ankle Brachial Index (ABI) Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2	Komang Agus Jerry Widyanata, dkk (2023)	Cross Sectional	Gula darah dengan ABI	nilai gula darah pasien DM di wilayah Kuta Utara Sebagian besar masuk ke dalam kategori tidak terkontrol (71, 2%), nilai Angle Bracial Indek (ABI) pasien DM di wilayah Kuta Utara Sebagian besar masuk ke dalam kategori ditoleransi (42, 4%), dan Nilai Gula darah dengan nilai Ankle Bracial Indek (ABI) memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai hubungan negative. Artinya adalah semakin tinggi nilai gula darah pasien makan semakin rendah nilai ABI dan berpotensi mengalami Periperal Arteri Disease (PAD).	80 responden	Kuta Utara, Indonesia
Hubungan Nilai Ankle Brachial Index Dengan Kualitas Hidup Penderita Diabetes Melitus Tipe 2	Liana Safitri1, Fahrur Nur Rosyid (2018)	Cross Sectional	nilai ABI dengan kualitas hidup penderita DM	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa durasi diabetes melitus yang panjang disertai dengan kepatuhan dan pengontrolan gula darah yang tepat walaupun telah terkena komplikasi tentunya akan membuat kualitas hidup yang baik dan terpelihara. Dari penelitian ini	80 responden	Jawa Tengah, Indonesia

				terdapat hubungan yang signifikan antara ABI dengan Kualitas Hidup Penderita DM tipe 2.		
Penerapan tiga terapi fisik modalitas terhadap nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) pada pasien Diabetes melitus tipe 2	Fischa Awalin, dkk (2021)	<i>Cross Sectional</i>	Untuk melihat Intervensi terapi modalitas terhadap nilai ABI pada penderita DM	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai ABI pada kelompok setelah dilakukan intervensi. Intervensi terapi fisik modalitas dapat direkomendasikan sebagai terapi alternatif sebagai pencegahan komplikasi penyakit arteri perifer.	68 responden	Tangerang Selatan, Indonesia
Pengaruh senam kaki diabetes terhadap kadar glukosa darah dan nilai <i>ankle brachial index</i> terhadap pasien diabetes melitus tipe 2	Nana Alfina Sunarya, dkk (2024)	<i>Quasi experiment</i>	Untuk mengetahui pengaruh senam kaki diabetes terhadap kadar glukosa darah dan nilai <i>ankle brachial index</i> (ABI) pada pasien diabetes melitus tipe 2.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai ABI baik pada hari ke 1, 2, dan 3 yang artinya senam kaki diabetes berpengaruh signifikan terhadap nilai ABI	31 responden	Surakarta, Indonesia

G. Kerangka Teoritik

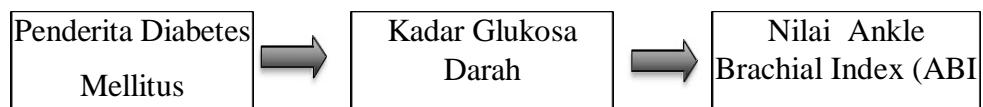


Gambar 2. 4 Kerangka Teori

(Sinabutar et al., (2022))

H. Kerangka Konsep

Kerangka Konsep merupakan proses penulisan penting. Sistem yang diperhitungkan merupakan cerminan dari sesuatu yang praktis sehingga cendrung disampaikan dan menyusun hipotesis yang memahami hubungan antar faktor yang akan membantu pencipta menyatukan temuan hipotesis (Nursalam, 2020).



Gambar 2. 5 Kerangka konsep Hubungan kadar glukosa darah dengan *Ankle Brachial Index* (ABI) pada penderita Diabetes Melitus

I. Hipotesis Penelitian

Jawaban ringkas terhadap pertanyaan yang merinci atau menyusun masalah tersebut teori ujian. Hipotesis adalah pernyataan tertulis yang didasarkan pada pendapat tentang hubungan antara dua variabel atau lebih dan bertujuan untuk menjawab suatu pertanyaan (Nursalam, 2020)

Ho: tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar glukosa darah dengan penurunan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI).

Ha: terdapat hubungan yang signifikan antara kadar glukosa darah dengan penurunan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI).