BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Diabetes Mellitus

2.1.1 Definisi

Diabetes Mellitus adalah gangguan metabolik kronis yang ditandai dengan kondisi hiperglikemia (kadar gula darah tinggi). Kondisi ini terjadi akibat kelainan produksi insulin oleh pankreas, gangguan respons tubuh terhadap insulin, atau kombinasi keduanya. Sebagai penyakit yang bersifat jangka panjang, penderita diabetes perlu secara rutin mengontrol gula darah untuk meminimalkan risiko komplikasi.

Diabetes muncul ketika tubuh mengalami gangguan dalam memanfaatkan glukosa darah untuk masuk ke dalam sel-sel tubuh. Akibatnya, glukosa menumpuk berlebihan dalam darah. Pada diabetes tipe 1, kondisi ini terjadi karena sistem kekebalan tubuh justru menyerang dan merusak sel-sel penghasil insulin. Hal ini menyebabkan tubuh kekurangan atau sama sekali tidak mampu memproduksi insulin untuk mengubah gula menjadi energi. Sementara pada diabetes tipe 2, insulin diproduksi secara normal, tetapi tubuh tidak dapat menggunakannya secara efektif sehingga terjadi resistensi insulin (Pamungkas & Usman, 2021).

2.1.2 Faktor Risiko Diabetes Mellitus

Diabetes melitus dapat dipicu oleh dua jenis faktor risiko, yaitu faktor yang dapat diubah (modifikasi) dan yang tidak dapat diubah. Faktor risiko yang

dapat dimodifikasi meliputi kelebihan berat badan atau obesitas (IMT ≥23 kg/m²), tekanan darah tinggi (>140/90 mmHg), pola hidup kurang aktif, dislipidemia (HDL <35 mg/dL dan trigliserida >250 mg/dL), serta kebiasaan mengonsumsi makanan tidak sehat—terutama yang tinggi glukosa dan rendah serat. Faktor-faktor ini meningkatkan risiko intoleransi glukosa, prediabetes, hingga diabetes tipe 2 (Widiasari et al., 2021).

Beberapa faktor risiko yang tidak dapat diubah mencakup usia, jenis kelamin, riwayat diabetes dalam keluarga, ras/etnis, riwayat melahirkan bayi >4 kg atau diabetes gestasional, serta berat badan lahir rendah (<2500 gram).

2.1.3 Klasifikasi

Klasifikasi diabetes mellitus menurut (Pamungkas & Usman, 2021), (WHO, 2024), dan (PERKENI, 2021) antara lain:

1. Diabetes Mellitus Tipe 1

Diabetes tipe 1 (sebelumnya dikenal sebagai diabetes yang bergantung pada insulin atau *insulin-dependent*, yang terjadi pada anak-anak atau remaja) ditandai dengan kurangnya produksi insulin dan membutuhkan insulin setiap harinya. Diabetes mellitus tipe 1 merupakan kelainan metabolik yang ditandai dengan kadar glukosa darah tinggi akibat kerusakan sel beta pankreas. Kerusakan ini menyebabkan defisiensi insulin absolut. Proses autoimun atau idiopatik umumnya menjadi penyebab destruksi sel beta pankreas tersebut.

Penderita kondisi ini memerlukan terapi insulin harian untuk mengendalikan kadar glukosa darah. Hingga kini, penyebab pasti diabetes mellitus tipe 1 masih belum diketahui, dan penyakit ini juga belum dapat dicegah.

2. Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes mellitus tipe 2, dikenal juga sebagai *non-insulin-dependent diabetes* atau *adult onset diabetes*, adalah kelainan metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah. Kondisi ini terjadi akibat penurunan fungsi insulin yang diproduksi oleh sel beta pankreas. Ada dua faktor utama penyebabnya, yaitu resistensi insulin dan kurangnya produksi insulin.

Resistensi insulin adalah kondisi ketika sel-sel tubuh tidak dapat merespons insulin dengan baik. Meskipun pankreas menghasilkan insulin dalam jumlah cukup, tubuh tidak mampu menggunakannya secara efisien. Dalam kondisi ini, disarankan untuk menurunkan berat badan dan rutin berolahraga guna meningkatkan sensitivitas insulin. Sementara itu, defisiensi insulin terjadi ketika tubuh sudah tidak mampu memproduksi insulin lagi setelah mengalami resistensi insulin dalam waktu yang lama.

3. Diabetes Mellitus Gestasional

Diabetes gestasional merupakan kondisi diabetes yang baru terdiagnosis pada masa kehamilan (trimester kedua atau ketiga), padahal sebelumnya tidak ada riwayat diabetes. Meski bersifat sementara dan umumnya pulih setelah persalinan, kondisi ini dapat meningkatkan risiko berkembangnya diabetes tipe 2 di kemudian hari. Selain itu, ibu hamil dengan diabetes gestasional berpotensi mengalami berbagai komplikasi selama kehamilan maupun proses melahirkan.

4. Diabetes Mellitus Tipe Lainnya

Diabetes degan tipe spesifisik yang berkaitan dengan penyebab lain, misalnya sindroma diabetes monogenic (diabetes neonatal, *maturity–onset diabetes of the young* [MODY]), penyakit eksokrin ankreas (fibrosis kistik, pankreatis), dan yang disebabkan oleh obat atau zat kimia (misalnya, penggunaan glukokortikoid pada terapi HIVAIDS atau setelah transplatasi organ).

2.1.4 Komplikasi

Setiap tipe diabetes berpotensi menimbulkan komplikasi serius dalam jangka panjang. Meski prosesnya biasanya baru muncul setelah 10 hingga 20 tahun, gejala awal sering terlihat pada pasien yang tidak terdiagnosis selama periode tersebut (Pamungkas & Usman, 2021). Berikut beberapa komplikasi diabetes menurut (International Diabetes Federation, 2025) dan (WHO, 2024) antara lain:

1. Komplikasi Akut
    a. Hipoglikemia

        Kondisi ketika kadar glukosa darah turun di bawah 50-60 mg/dl. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan insulin berlebihan, aktivitas fisik yang terlalu intens, atau kurangnya asupan makanan. Penyebab paling umum adalah penggunaan obat sulfonylurea dan insulin. Perlu diperhatikan bahwa hipoglikemia akibat sulfonylurea bisa berlangsung lebih lama, sehingga pasien perlu diawasi hingga obat benar-benar tereliminasi dari tubuh dan efeknya hilang sepenuhnya (PERKENI, 2021).

b. Hiperglikemia

Kondisi kurangnya hormon insulin, konsumsi obat yang tidak teratur, serta asupan makanan/minuman berkalori tinggi. Gejalanya meliputi rasa haus berlebihan, mulut kering, frekuensi buang air kecil meningkat, lapar terus-menerus, hingga mual dan muntah. Jika tidak ditangani, kondisi ini dapat berkembang menjadi koma diabetik.

c. Diabetes Ketoasidosis (DKA)

Ketika tubuh kekurangan insulin. Komplikasi akut diabetes ini ditandai dengan kadar gula darah yang sangat tinggi (300-600 mg/dl), disertai gejala asidosis dan kadar keton dalam plasma yang positif kuat. Osmolaritas plasma juga meningkat (300-320 mg/dl) dengan peningkatan anion gap. Kondisi ini mengganggu metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak.

d. Sindrom hiperglikemia hiperosmolar nonketosis (*hyperglycemic hiperosmolar nonketotic syndrome* [HHNS])

Komplikasi diabetes yang ditandai dengan kadar gula darah sangat tinggi (>600-2000 mg/dl), dehidrasi berat, kadar keton urine minimal atau tidak terdeteksi, serta tidak adanya manifestasi klinis asidosis. (Maria, 2021)

2. Komplikasi Kronis

a. Komplikasi mikrovaskuler

1) Nefropati diabetik

Komplikasi serius dari diabetes mellitus yang sering berujung pada gagal ginjal. Kondisi ini dapat dikenali melalui deteksi albuminuria persisten (30-229 mg/24 jam). Jika kadar albuminuria terus meningkat

melebihi 300 mg/24 jam, risiko berkembangnya gagal ginjal kronik stadium akhir menjadi lebih tinggi (PERKENI, 2021)

2) Retinopati diabetik

Penyebab utama kebutaan di antara klien dengan DM; sekitar 80% memiliki beberapa bentuk retinopati 15 tahun setelah diagnosis (Maria, 2021)

3) Neuropati

Umumnya berupa polineuropati diabetika, dimana suautu komplikasi yang sering dialami oleh penderita diabetes mellitus. Neuropati diabetik mencakup gangguan saraf sensorik, motorik, dan otonom. Pada neuropati motorik, terjadi kerusakan saraf yang mengatur pergerakan tubuh sehingga menyebabkan kelemahan otot. Gangguan fungsi saraf motorik ini membuat penderita mengalami kesulitan mengontrol gerakan otot, seperti saat berjalan, serta menimbulkan perubahan pada fungsi kaki (Prasetyo, 2022). Neuropati diabetik muncul akibat kerusakan dan gangguan fungsi saraf yang dipicu oleh kadar gula darah tinggi. Kondisi ini mengurangi aliran darah ke sel-sel saraf dan mengganggu kinerjanya. Kerusakan saraf ini umumnya terjadi di area tungkai dan lengan, dengan gejala seperti kesemutan serta mati rasa.

b. Komplikasi makrovaskular

1) Penyakit Jantung Koroner

Diabetes mellitus meningkatkan risiko terkena penyakit jantung koroner. Studi menunjukkan bahwa 50-70% penderita diabetes

mengalami aterosklerosis pada pembuluh darah koroner. Kondisi ini dapat mengakibatkan insufisiensi koroner atau memicu gejala angina pektoris.

2) Penyakit pembuluh darah

Kelainan pembuluh darah bermula dari proses aterosklerosis. Bila aterosklerosis terjadi di arteri koroner, risiko infark miokard dapat meningkat. Umumnya, penyakit ini menyerang arteri distal (area bawah lutut). Penyakit pembuluh darah perifer sering kali terlambat terdiagnosis dan baru terdeteksi saat ulkus sudah muncul. Ulkus diabetik sendiri terutama dipicu oleh kombinasi faktor neuropati, makroangiopati, mikroangiopati, serta infeksi.

3) Stroke

Aterosklerosis serebri menempati posisi kedua sebagai faktor risiko paling umum pada penderita diabetes melitus (DM). Pada kelompok ini, stroke tidak hanya lebih sering terjadi, tetapi juga memiliki prognosis yang lebih buruk. Stroke sendiri disebabkan oleh disfungsi neurologis di otak, medula spinalis, atau retina baik parsial maupun menyeluruh yang berlangsung lebih dari 24 jam atau mengakibatkan kematian akibat kelainan pembuluh darah. Aliran darah yang berkurang di arteri karotis interna dan arteri vertebralis dapat memicu gangguan neurologis akibat iskemia. Pemantauan kadar glukosa darah sangat diperlukan. Hiperglikemia (glukosa >180 mg/dL) pada stroke akut harus ditangani dengan insulin titrasi. Target glukosa darah yang

direkomendasikan untuk pasien stroke akut adalah 110–140 mg/dL, dengan catatan harus menghindari hipoglikemia (PERKENI, 2021)

2.1.5 Patofisiologi Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 adalah kelainan metabolik jangka panjang yang dicirikan oleh kadar gula darah tinggi secara terus-menerus. Kondisi ini muncul akibat interaksi rumit antara resistensi insulin dan penurunan fungsi sel beta pankreas yang semakin memburuk. Resistensi insulin sendiri terjadi ketika sel-sel tubuh tidak mampu merespons insulin dengan baik, sehingga tubuh berusaha mengimbanginya dengan memproduksi insulin lebih banyak (hiperinsulinemia). Namun, ketika sel beta pankreas gagal mempertahankan produksi insulin yang cukup untuk mengatasi resistensi ini, terjadi dekompensasi yang berujung pada hiperglikemia. Proses ini diperburuk oleh hiperglukagonemia dari sel alfa pankreas, yang meningkatkan produksi glukosa hati (*hepatic gluconeogenesis*) (Galicia-garcia et al., 2020).

2.1.6 Penatalaksanaan Diabetes Mellitus

Penatalaksanaan DM Tipe II terdiri dari empat pilar yaitu latihan fisik, terapi nutrisi medis, edukasi dan terapi farmakologis. Berikut beberapa penjelas terkait empat pilar penatalaksanaan diabetes mellitus:

1. Latihan fisik

Latihan fisik adalah komponen penting dalam penanganan Diabetes Mellitus Tipe II. Idealnya, program olahraga dilakukan 3-5 kali per minggu dengan durasi 30-45 menit per sesi, mencapai total minimal 150 menit per minggu. Jarak antar

sesi latihan sebaiknya tidak melebihi 2 hari. Selain meningkatkan kebugaran, latihan ini membantu menurunkan berat badan dan meningkatkan sensitivitas insulin, yang pada akhirnya memperbaiki kadar glukosa darah. Intensitas latihan perlu disesuaikan dengan usia dan kondisi fisik individu. Pasien diabetes melitus yang kondisi kesehatannya baik, intensitas latihan fisik bisa ditingkatkan. Sementara bagi pasien DM yang mengalami komplikasi, intensitas latihan perlu dikurangi dan disesuaikan dengan kemampuan individu (PERKENI, 2021)

2. Terapi nutrisi medis

Terapi nutrisi medis (TNM) memegang peran pentin dalam penanganan diabetes melitus (DM) secara komprehensif. Keberhasilan terapi ini bergantung pada kolaborasi aktif seluruh tim, termasuk dokter, ahli gizi, tenaga kesehatan lain, serta dukungan pasien dan keluarga. TNM harus dirancang secara personal sesuai kebutuhan tiap pasien DM untuk mencapai target terapi. Prinsip diet untuk pasien DM pada dasarnya sejalan dengan pola makan sehat umum, yakni mengutamakan gizi seimbang dan asupan kalori sesuai kebutuhan individu. Penting bagi pasien DM, terutama yang menjalani terapi insulin atau obat pemicu sekresi insulin, untuk memahami jadwal makan, pemilihan jenis makanan, serta pengaturan asupan kalori. (PERKENI, 2021).

Prinsip utamanya meliputi pengaturan jadwal makan teratur (3x utama diselingi 2-3x selingan sehat), pengendalian porsi (terutama karbohidrat total), prioritas karbohidrat kompleks berserat tinggi dan indeks glikemik rendah (sayuran, buah utuh, biji-bijian), asupan protein cukup dari sumber sehat (ikan, ayam tanpa kulit, telur, tahu, tempe), serta pembatasan gula sederhana, lemak

jenuh, dan lemak trans. Tujuannya adalah mencapai kadar gula darah, tekanan darah, dan profil lemak yang optimal, mencapai dan mempertahankan berat badan ideal, serta mencegah komplikasi.

3. Edukasi

Edukasi merupakan proses pemberian pengetahua, keterampilan, dan motivasi kepada pasien diabetes dan keluarganya agar mampu melakukan perawatan mandiri secara efektif. Edukasi bertujuan untuk memahami apa itu DM, penyebab, gejala, komplikasi jangka pendek dan jangka panjang, serta memahami pentingnya pengendalian gula darah dan faktor risiko. Edukasi adalah landasan keberhasilan pengelolaan DM. Tanpa pemahaman dan keterampilan yang memadai, pasien sulit untuk mematuhi tiga pilar lainnya secara konsisten dan efektif. Edukasi harus berkelanjutan, disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi pasien, serta melibatkan keluarga.

4. Terapi farmakologis

Terapi farmakologis diberikan bersamaan dengan pengaturan makan dan latihan jasmani (gaya hidup sehat). Terapi farmakologis terdiri dari obat oral dan bentuk suntikan. Dalam hal ini, insulin dapat digunakan ketika obat oral tidak lagi cukup mengontrol gula darah, atau pada kondisi tertentu (DM Tipe 1, DM gestasional, ketoasidosis diabetik, stres berat, penyakit berat). Berbagai jenis insulin tersedia (kerja cepat, pendek, menengah, panjang, campuran) dengan pola pemberian yang disesuaikan.Intervensi farmakologis ditambahkan ketika gaya hidup saja tidak cukup mencapai target. Efektivitas terapi farmakologis harus selalu dipantau melalui pemeriksaan gula darah (mandiri dan laboratorium seperti

HbA1c) dan penyesuaian dosis/jenis obat dilakukan sesuai kebutuhan dan target (PERKENI, 2021).

2.2 Neuropati Diabetik

2.2.1 Definisi Neuropati Diabetik

Neuropati merupakan gangguan pada saraf yang umum dialami penderita diabetes mellitus. Gangguan ini sering menyerang saraf-saraf di area kaki dan dapat berdampak pada fungsi motorik, sensorik, maupun sistem otonom tubuh (Pamungkas & Usman, 2021).

Neuropati perifer diabetik adalah kerusakan saraf yang berdampak pada ekstremitas bawah (kaki dan tungkai), meskipun terkadang juga mempengaruhi tangan dan lengan. Kondisi ini disebabkan oleh paparan kronis hiperglikemia dan kadar lemak berlebih dalam darah, yang merusak struktur saraf. Neuropati perifer merupakan jenis yang paling umum dari neuropati diabetik dengan gejala sensorik seperti, nyeri, mati rasa, dan motorik (kelemahan) (NIDDK, 2018).

Neuropati diabetik merupakan kerusakan saraf menyeluruh akibat diabetes, dengan neuropati perifer sebagai tipe utama yang ditandai dengan gangguan saraf sensorik dan motorik di area distal (kaki dan tangan) yang dapat menyebabkan nyeri, hipoestesia, dan kehilangan sensasi protektif. Neuropati perifer mempengaruhi 50% penderita diabetes dengan faktor risiko utamanya yaitu durasi diabetes lebih dari 5 tahun dan kontrol glikemik yang buruk (HbA1c >7%) (American Diabetes Association, 2024)

2.2.2 Klasifikasi

Secara umum ada beberapa jenis neuropati yang kita kenal, diantaranya:

1. Neuropati sensorik

Neuropati sensorik merupakan gangguan saraf yang memengaruhi kemampuan tubuh dalam menyampaikan informasi sensorik ke otak, seperti persepsi nyeri atau perubahan suhu. Kondisi ini lebih banyak ditemukan pada anggota gerak bawah ketimbang anggota gerak atas. Gejala neuropati sensorik meliputi nyeri tajam atau kram, mati rasa atau kebas, sensitive terhadap sentuhan bahkan yang paling lembut, dan hilangnya keseimbangan dan koordinasi (S. Kurniawan et al., 2021)

2. Neuropati otonom

Neuropati otonom merupakan gangguan saraf yang menyerang sistem saraf involunter, termasuk yang mengendalikan fungsi jantung dan kandung kemih. Pada pria, kondisi ini dapat menyebabkan disfungsi ereksi (impotensi) atau kesulitan mengosongkan kandung kemih sepenuhnya. Gejala lain yang mungkin muncul antara lain diare dan perut kembung akibat terganggunya saraf pencernaan (Pamungkas & Usman, 2021)

3. Neuropati motorik

Neuropati motorik merupakan gangguan saraf yang menyerang saraf-saraf pengendali gerakan tubuh. Saraf ini bertugas mengirim sinyal ke otot agar tubuh dapat melakukan aktivitas seperti berjalan atau menggerakkan jari. Kondisi ini dapat mengakibatkan melemahnya kekuatan otot (Pamungkas & Usman, 2021)

4. Neuropati Fokal

Neuropati ini muncul tiba-tiba dan mempengaruhi saraf yang spesifik seperti kepala, kaki, dan torso. Gejala-gejala yang muncul berupa:

a. Ketidakmampuan mata untuk fokus
b. Penglihatan ganda
c. Nyeri di balik salah satu mata
d. Paralisis salah satu wajah atau *cam*
e. Nyeri hebat pada punggung bawah atau pinggang
f. Nyeri paha bagian depan
g. Nyeri dada atau perut
h. Nyeri pada sisi luar tumit atau sisi dalam telapak kaki

Neuropati fokal merupakan kondisi yang sangat nyeri dan sulit diprediksi, namun dapat mengalami perbaikan secara spontan dalam beberapa minggu atau bulan serta tidak menyebabkan kerusakan permanen (S. Kurniawan et al., 2021)

2.2.3 Faktor Risiko

Faktor risiko utama neuropati diabetik adalah durasi diabetes dan kadar hemoglobin (HbA1c). Kedua faktor utama tersebut dihubungkan dengan faktor metabolik lain yang terkait neuropati diabetik, terutama pada diabetes mellitus tipe 2, seperti resistensi insulin dan hipertensi (Rachmantoko et al., 2021).

Faktor risiko neuropati diabetik bersifat multifaktor dan saling berinteraksi, berikut beberapa penjelasan terkait faktor risiko neuropati diabetic:

1. Faktor utama
    a. Durasi diabetes: Risiko NPD meningkat signifikan pada pasien dengan durasi DMT2 >5 tahun. Studi penelitian di RSUD Dr. M. Haulussy (2016–2019) menunjukkan 75% pasien NPD menderita diabetes >5 tahun (Tofure et al., 2021), sementara penelitian di RSI Siti Rahmah Padang (2019–2020) menemukan 53,8% kasus pada kelompok serupa. Mekanisme terkait akumulasi *advanced glycation end products* (AGEs) yang merusak struktur saraf (Simanjuntak & Simamora, 2020).
    b. Hiperglikemia kronis: Kadar HbA1c >7% berkorelasi dengan kerusakan mikrovaskular (*vasa nervorum*), mengganggu suplai oksigen dan nutrisi ke saraf perifer. Studi kohort menunjukkan setiap peningkatan 1% HbA1c menaikkan risiko NPD sebesar 10–15% (Suharni et al., 2022)
2. Faktor Demografi dan Klinis
    a. Usia: Pasien >55 tahun memiliki risiko lebih tinggi akibat penurunan regenerasi saraf dan akumulasi stres oksidatif. Data Poliklinik Saraf RSUD Dr. M. Haulussy menunjukkan 71,43% pasien NPD berusia lebih dari 55 tahun (Tofure et al., 2021)
    b. Jenis kelamin: Beberapa studi melaporkan prevalensi lebih tinggi pada perempuan (60,71%) karena faktor hormonal dan kepadatan serat saraf sensorik (Suharni et al., 2022).
    c. Hipertensi: Tekanan darah >140/90 mmHg memperparah iskemia saraf melalui vasokonstriksi arteriol. Kombinasi hipertensi dan diabetes

meningkatkan risiko NPD 3× lipat dibanding diabetes saja (Suharni et al., 2022)

3. Faktor Gaya Hidup dan Komorbid
    a. Obesitas (IMT ≥25): lemak visceral memicu inflamasi sistemik dan resistensi insulin, mempercepat kerusakan saraf
    b. Merokok: nikotin menyebabkan vasospasme arteri perifer, mengurangi aliran darah ke saraf kaki.
    c. Penyakit ginjal: uremia pada nefropati diabetik bersifat neurotoksik dan mengganggu metabolisme saraf.

2.2.4 Tanda dan Gejala

Berikut beberapa tanda gejala yang dialami oleh penderita neuropati diabetik menurut Y. S. Kurniawan et al. (2021):

1. Rasa kebas dan mati rasa, nyeri pada ibu jari, telapak kaki, kaki, tangan, lengan, dan jari tangan
2. Atropi otot kaki dan tangan
3. Gangguan pencernaan, muntah, atau mual
4. Diare atau sembelit
5. Pusing atau pingsan karena rendahnya tekanan darah ketika berdiri
6. Gangguan berkemih
7. Disfungsi ereksi atau keringnya vagina
8. Kelemahan

2.2.5 Penatalaksanaan

Penatalaksanaan neuropati diabetik bertujuan untuk menghentikan atau memperlambat kerusakan serabut saraf melalui pengendalian kadar gula darah Studi menunjukkan bahwa kontrol glikemik yang ketat dapat menurunkan progresivitas neuropati diabetik perifer hingga 64% dalam kurun waktu 5 tahun (Kurnia et al., 2022). Pemberian terapi antidepresan trisiklik seperti amitriptilin 50-150 mg, imipramine 100 mg/hari, nortriptilin 50-150 mg, paroxetine 40 mg/hari yang diminum pada malam hari. Selain itu, antikonvulsan seperti gabapentin atau pregabalin (900 mg, 3x/hari) juga efektif meredakan nyeri. Seluruh pasien diabetes mellitus dengan neuropati perifer wajib mendapatkan edukasi perawatan kaki guna meminimalkan risiko ulkus dan amputasi.

Edukasi tentang perawatan kaki perlu disampaikan secara mendetail kepada semua pasien, baik yang mengalami ulkus, neuropati perifer, maupun *peripheral arterial disease* (PAD). Perawatan kaki dilakukan dengan selalu menjaga kebersihan kaki, menghindari penggunaan sepatu tanpa kaus kaki, menggunakan kaos kaki dari bahan katun yang tidak menyebabkan lipatan pada ujung-ujung jari kaki, dan menghindari trauma kaki seperti menggunakan sepatu tidak boleh terlalu sempit atau longgar (PERKENI, 2021).

Manajemen berat badan juga dapat menjadi salah satu penatalaksanaan neuropati diabetik perifer. Target berat badan mengalami penurunan 5-10% berat badan awal dalam 6 bulan. Strategi yang dapat dilakukan yaitu dengan diet defisit kalori 500-750 kkal/hari disertai kombinasi aerobic (jalan cepat 150 menit/minggu) dan latihan beban 2x/minggu. Dengan melakukan strategi tersebut

akan berdampak setiap 1 kg penurunan berat badan dapat menurunkan risiko NDP sebesar 3,2% (Kurnia et al., 2022)

2.3 Konsep Teori *Buerger Allen Exercise*

2.3.1 Definisi

Buerger-Allen Exercise (BAE) adalah terapi modalitas yang melibatkan variasi gerakan aktif pada area plantar dengan memanfaatkan gravitasi secara terkontrol. Latihan ini cocok diajarkan kepada penderita gangguan perfusi jaringan perifer, terutama pasien diabetes, karena prosedurnya sederhana, hemat biaya, dan efektif. (Rahmi & Rasyid, 2023).

Buerger Allen Exercise adalah latihan khusus yang dirancang untuk memperbaiki sirkulasi darah di kaki. Dengan memanfaatkan perubahan gravitasi melalui gerakan aktif pergelangan kaki, latihan ini membantu melancarkan kerja otot pembuluh darah, sehingga aliran darah arteri dan vena menjadi lebih optimal (Lenggogeni, 2023).

2.3.2 Indikasi

Terdapat beberapa indikasi dari *Buerger Allen Exercise* diantaranya:

1. Pasien diabetes mellitus tipe 2 baik laki-laki maupun perempuan
2. Usia diatas 35 tahun
3. Pasien diabetes mellitus yang beresiko rendah mempunya ulkus kaki diabetik (dalam kelas 0-1 sesuai dengan klasifikasi wagner system) (Lenggogeni, 2023).

2.3.3 Kontraindikasi

Latihan *Buerger Allen* tidak direkomendasikan untuk pasien dengan ulkus kaki atau gangren kronis, serta mereka yang memiliki gangguan neurologis atau kardiologis (Lenggogeni, 2023). Pasien diabetes yang mengalami PAD (*peripheral arteri disease*) berat juga tidak disarankan melakukan *buerger allen*. PAD menyebabkan penyempitan arteri, sehingga aliran darah ke ekstremitas bawah sudah sangat terbatas. Sehingga pada fase dependency (kaki menggantung) yang seharusnya meningkatkan aliran darah justru berisiko memicu nyeri iskemik jika arteri sudah sangat sempit.

2.3.4 Patofisiologi

Latihan *buerger-allen* merupakan serangkaian gerakan yang dikhususkan untuk menangani insufisiensi arteri pada tungkai bawah. Latihan ini memanfaatkan prinsip gravitasi melalui variasi posisi (elevasi kaki, menggantung kaki, dan terlentang) yang dikombinasikan dengan gerakan aktif pergelangan kaki berupa dorsofleksi dan plantarfleksi. Gerakan ini berfungsi sebagai muscle pump untuk merangsang kerja otot polos dan pembuluh darah (Y. S. Kurniawan et al., 2021).

Elevasi kaki 45^0 merupakan pengaturan posisi dimana anggota gerak bagian bawah diatur pada posisi lebih tinggi daripada jantung. Mengelevasi kaki akan mengurangi aliran darah di pembuluh vena tungkai bawah. Di sisi lain, peningkatan volume darah yang kembali ke jantung akan meregangkan dinding ruang jantung, sehingga otot jantung berkontraksi lebih kuat. Dengan demikian,

seluruh tambahan darah yang kembali ke jantung secara otomatis akan dipompa kembali ke dalam sirkulasi (Y. S. Kurniawan et al., 2021).

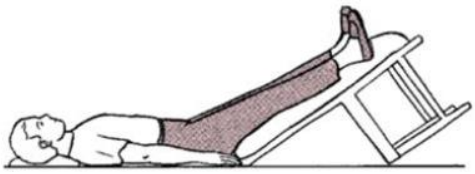
Pada saat kaki diturunkan dan posisinya lebih rendah dari jantung, darah dalam pembuluh arteri akan mengalir lebih cepat dari area bertekanan tinggi (jantung) ke area bertekanan rendah (tungkai bawah). Hal ini menyebabkan peningkatan aliran darah ke ujung kaki. Perubahan gravitasi ini membantu mendistribusikan cairan tubuh dengan mengosongkan dan mengisi pembuluh darah secara bergantian, sehingga memperlancar transportasi darah (Rahmi & Rasyid, 2023). Selanjutnya, posisi terlentang berperan penting dalam menyeimbangkan sirkulasi darah karena tubuh berada dalam posisi sejajar, mencegah penumpukan darah di satu titik tertentu.

Muscle pump berupa *dorsofleksi* dan *plantarfleksi* secara aktif menggerakkan otot rangka, sehingga menekan dan merangsang pembuluh darah. (Dewi et al., 2020). *Dorsofleksi* adalah gerakan mengangkat telapak kaki ke arah tubuh, sedangkan *plantarfleksi* adalah gerakan menurunkan telapak kaki ke bawah. Gerakan ini merangsang endotel pembuluh darah untuk melepaskan Nitrit Oksida (NO), yang berperan dalam vasodilatasi pembuluh darah (Sari et al., 2019).

2.3.5 Langkah-Langkah *Buerger Allen Exercise*

Berikut merupakan prosedur *Buerger Allen Exercise* menurut (Gustiners.com, 2024) :

Pertama, Angkat bagian bawah tubuh dengan sudut 45-90 derajat, lalu sangga menggunakan papan selama 2-3 menit atau sampai kulit tampak memucat atau muncul rasa kesemutan



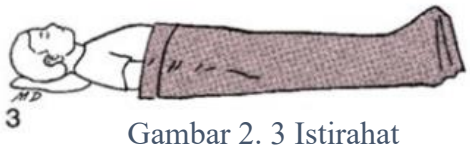
Gambar 2. 1 Mengelevasi kaki 45-90^0
Sumber : Gustiners.com

Kedua, Pasien duduk di tepi tempat tidur dengan kaki menjuntai ke bawah. Secara bertahap, pasien menekuk dan meluruskan kaki, lalu memutar pergelangan kaki ke dalam dan ke luar, serta menekuk dan meluruskan jari-jari kaki. Proses ini berlangsung selama 5-10 menit hingga warna kulit kembali memerah.



Gambar 2. 2 Duduk menggantung
Sumber : Gustiners.com

Ketiga, berbaring selama 10 menit dengan kedua kaki beristirahat ditempat tidur dalam selimut selama beberapa menit untuk memperlancar sirkulasi. Ketiga langkah diatas dapat dilakukan 2-3 kali siklus setiap hari.



Gambar 2. 3 Istirahat
Sumber : Gustiners.com

Latihan ini bermanfaat untuk meningkatkan aliran darah, mengoptimalkan fungsi otot betis, serta memperkuat otot-otot kecil di area kaki. Selain itu, latihan ini juga membantu memaksimalkan penggunaan insulin dalam mengangkut glukosa ke sel-sel tubuh, sehingga dapat menurunkan kadar gula darah.

2.3.6 Mekanisme Kerja *Buerger Allen Exercise* Terhadap Status Sensori Kaki

Peningkatan aliran darah arteri (terutama pada fase *dependency*) membantu mengirimkan lebih banyak oksigen dan nutrisi ke saraf perifer yang iskemik akibat mikroangiopati diabetik. Peningkatan perfusi ini secara teoritis dapat mendukung proses reparasi saraf, mengurangi hipoksia saraf, dan memperbaiki fungsi saraf sensorik. Sirkulasi vena yang lebih baik juga membantu menghilangkan produk sisa metabolisme yang dapat merusak saraf.

Gerakan aktif selama BAE (dorsofleksi-plantarfleksi, rotasi pergelangan kaki) memberikan stimulasi mekanis langsung pada reseptor sensorik di kaki dengan melibatkan input proprioseptif berulang sehingga meningkatkan eksitabilitas neuron di kornu dorsalis sumsum tulang belakang dan korteks sensorik. Gerakan BAE juga menurunkan hiperestesia (sensasi nyeri spontan) dan memperbaiki hipoestesia (defisit sensasi protektif). Pada pasien neuropati

diabetik, kombinasi BAE dan edukasi mengurangi gejala kesemutan dan nyeri neuropatik 40% lebih efektif dibanding control (Radhika et al., 2020).

2.4 Konsep Teori *Foot Exercise*

2.4.1 Definisi

Foot exercise merupakan latihan gerakan kaki yang direkomendasikan bagi penderita diabetes. Latihan ini berfungsi meningkatkan sirkulasi darah di area perifer, sehingga mampu mencegah perkembangan neuropati diabetik. Selain itu, *foot exercise* juga mengurangi risiko dan progresivitas gangguan neuropati perifer dengan cara memperlancar aliran darah, meningkatkan kekuatan otot, serta memulihkan fungsi sensorik, motorik, dan otonom (Qurotulnguyun et al., 2023).

Foot Exercise merupakan latihan yang bermanfaat baik bagi penderita diabetes maupun orang sehat sebagai upaya pencegahan luka dan memperlancar aliran darah di area kaki. Aktivitas ini mampu meningkatkan sirkulasi darah, menguatkan otot-otot kecil kaki, serta mencegah deformitas (kelainan bentuk) kaki. Selain itu, senam kaki juga berperan dalam meningkatkan kekuatan otot betis dan paha, sekaligus mengatasi keterbatasan gerak pada sendi. Dengan penanganan yang tepat, risiko komplikasi dapat diminimalisir sehingga terhindar dari dampak buruk yang lebih serius pada penderita diabetes mellitus (Simamora et al., 2020)

2.4.2 Indikasi

Pasien yang terdiagnosa diabetes mellitus sebagai tindakan pencegahan dini terhadap ulkus kaki diabetik. Pasien dianjurkan untuk melakukan latihan kaki

secara rutin. Latihan ini sebaiknya dimulai segera setelah diagnosis DM ditegakkan (Widiawati et al., 2020)

2.4.3 Kontraindikasi

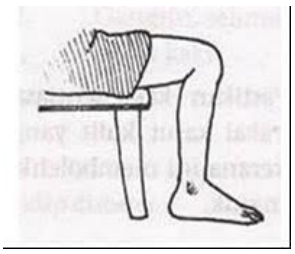
Berikut beberapa kontraindikasi *foot exercise* menurut (Widiawati et al., 2020):

1. Terjadinya perubahan fungsi fisiologis pada pasien seperti nyeri pada dada dan dispnea
2. Cemas, khawatir dan depresi
3. *Diabetic Foot Ulcer* (DFU) akan memerlukan waktu yang lama untuk sembuh dan perawatan yang tepat

2.4.4 Langkah-Langkah *Foot Exercise*

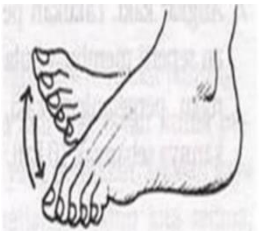
Foot Exercise (latihan kaki) pada konteks diabetes merujuk pada serangkaian gerakan aktif yang dilakukan secara teratur untuk meningkatkan kekuatan, fleksibilitas, sensasi, dan sirkulasi darah di kaki dan pergelangan kaki. Berikut beberapa prosedur yang dapat dilakukan pada latihan kaki (*foot exercise*) menurut (Widiawati et al., 2020):

1. Posisikan pasien duduk tegak di atas bangku dengan kaki menyentuh lantai.



Gambar 2. 4 Kaki menempel
Sumber: (Widiawati et al., 2020)

2. Letakkan tumit di lantai, lalu tegakkan jari-jari kaki ke atas sebelum kembali menekuknya ke bawah. Ulangi gerakan ini sebanyak 10 kali.



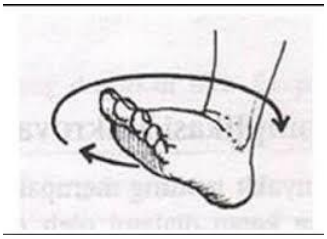
Gambar 2. 5 Jari diluruskan ke atas ke
Sumber: (Widiawati et al., 2020)

3. Letakkan satu tumit di lantai, angkat telapak kaki ke atas, sementara kaki yang lain bertumpu pada jari-jari kaki dengan tumit terangkat. Lakukan gerakan ini secara bergantian antara kaki kiri dan kanan, ulangi sebanyak 10 kali.



Gambar 2. 6 Angkat telapak kaki ke
Sumber: (Widiawati et al., 2020)

4. Meletakkan tumit kaki di lantai. Bagian ujung kaki diangkat ke atas dan lakukan gerakan memutar dengan pergerakkan pada pergelangan kaki sebanyak 10 kali.



Gambar 2. 7 Memutar
Sumber: (Widiawati et al., 2020)

5. Meletakkan jari-jari kaki dilantai. Tumit diangkat dan lakukan gerakan memutar dengan pergerakkan pada pergelangan kaki sebanyak 5-10 kali.



Gambar 2. 8 Tumit memutar
Sumber: (Widiawati et al., 2020)

2.4.5 Mekanisme Kerja *Foot Exercise* Terhadap Status Sensori

Foot exercise atau senam kaki bekerja meningkatkan sensitivitas kaki pada pasien diabetes mellitus melalui beberapa mekanisme fisiologis yang saling mendukung. Gerakan aktif pada otot-otot kaki selama *foot exercise* memperlancar sirkulasi darah ke jaringan perifer. Peningkatan aliran darah ini membantu memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi pada jaringan saraf, sehingga memperbaiki fungsi saraf sensorik dan mengurangi gejala neuropati seperti mati rasa dan kesemutan (Basri et al., 2021).

Latihan kaki secara rutin menstimulasi saraf-saraf sensorik di kaki, sehingga meningkatkan respon sensorik terhadap rangsangan. Hal ini dibuktikan dengan penurunan skor neuropati setelah intervensi *foot exercise*, yang berarti sensitivitas kaki membaik dan keluhan neuropati berkurang. Aktivasi otot-otot kaki selama latihan meningkatkan kekuatan dan kelenturan otot, serta memperbaiki stabilitas sendi. Otot yang kuat membantu melindungi saraf dari tekanan dan cedera, serta mendukung peredaran darah yang optimal (Herdiyani et

al., 2024). Gerakan kaki menekan vena di sekitar otot, sehingga membantu mendorong darah kembali ke jantung (pompa vena). Hal ini menurunkan tekanan vena dan mencegah terjadinya iskemia yang dapat memperburuk neuropatiDengan peredaran darah yang lebih baik dan fungsi saraf yang terjaga, risiko luka kaki dan komplikasi neuropati berat dapat ditekan secara signifikan (Fatmawati et al., 2020).

Secara keseluruhan, foot exercise terbukti efektif dalam meningkatkan sensitivitas kaki pasien diabetes mellitus dengan cara memperbaiki aliran darah, memperkuat otot, dan menstimulasi saraf sensorik, sehingga memperbaiki status sensorik dan menurunkan risiko komplikasi neuropati (Wardhani, 2020).

2.5 Status Sensori Kaki

2.5.1 Definisi

Status sensori kaki pada pasien diabetes mellitus tipe 2 mengacu pada kondisi fungsi saraf sensorik di area kaki termasuk kemampuan untuk merasakan berbagai rangsangan sensorik. Sensitivitas adalah kemampuan tubuh dalam mengenali rangsangan seperti panas atau nyeri, yang berperan sebagai sistem pertahanan terhadap rangsangan tersebut. Gangguan pada sensitivitas kaki dapat menimbulkan gejala seperti kesemutan, sensasi terbakar, nyeri, perasaan kaki seolah tertutup kaos kaki tebal, hingga hilangnya kemampuan merasakan nyeri atau membedakan suhu panas dan dingin. Dengan demikian, penurunan sensitivitas yang ditandai dengan berkurangnya respons terhadap rangsangan merupakan indikasi awal komplikasi diabetes (Habiba et al., 2022).

2.5.2 Patofisiologi

Sensitivitas pada telapak kaki dipengaruhi oleh jaringan saraf di area tersebut dan dapat memicu gangguan seperti neuropati. Aktivitas berlebihan di bagian tungkai bawah mampu meningkatkan produksi sel darah merah, yang justru memperlambat aliran darah dan mengganggu sirkulasi. Sirkulasi darah sendiri merupakan proses dimana jantung memompa darah melalui pembuluh arteri ke seluruh tubuh, termasuk kaki.

Kadar glukosa darah yang tinggi dapat menghambat aliran darah atau menyebabkan gangguan pada pembuluh darah perifer, sehingga pasokan darah ke area kaki dan betis berkurang. Kondisi ini dapat mempersulit penyembuhan luka dan memicu infeksi. Selain itu, kerusakan saraf dapat mengurangi produksi keringat, mengakibatkan kulit menjadi kering. Kondisi ini bisa memengaruhi saraf sensorik. Jika saraf sensorik terganggu, kemampuan untuk merasakan nyeri akan berkurang, sehingga kaki tidak peka terhadap rangsangan dari luar. Akibatnya, benturan kecil sekalipun dapat dengan mudah menyebabkan luka. Luka tersebut rentan terinfeksi kuman, dan bila tidak ditangani, infeksi bisa berkembang menjadi gangren (pembusukan jaringan) atau bahkan mengharuskan amputasi (Suyanto & Astuti, 2021).

2.5.3 Tanda dan Gejala

Seseorang yang mengalami penurunan sensitivitas sering mengeluhkan sensasi tidak nyaman seperti kesemutan, mati rasa (paresestesia), rasa terbakar, atau nyeri hebat di area tangan dan kaki. Gangguan sensitivitas pada kaki dapat menimbulkan berbagai gejala, mulai dari kesemutan, sensasi panas, nyeri,

perasaan seperti memakai kaos kaki tebal, hingga hilangnya kemampuan untuk merasakan rangsangan, membedakan suhu, atau menanggapi rasa sakit. Tanda dan gejala tersebut timbul karena respons yang berlebihan terhadap rangsang (hipereksitabilitas) pada nosiseptor aferen primer (sensitivitas perifer), yang dipicu oleh kerusakan saraf tepi. Akibatnya, terjadi pula hipereksitabilitas pada neuron pusat (sensitivitas sentral). Sensitivitas ini ditandai dengan penurunan sensasi di area perifer, peningkatan reaksi terhadap rangsangan, serta munculnya aktivitas spontan yang tidak normal. Gejala awal umumnya muncul di bagian ujung anggota gerak, menyebabkan mati rasa atau sensasi seperti memakai kaus kaki. Umumnya, terjadi penurunan kemampuan merasakan sentuhan halus, serta berkurangnya kepekaan terhadap tekanan dan getaran (Syahrizal, 2021).

2.5.4 Penilaian Status Sensori

Terdapat berbagai cara untuk menilai gejala neuropati yang terkait dengan sensitivitas (Fitriani & Aderita, 2021):

1. *Superficial pain testing*

Penilaian sensasi nyeri dapat dilakukan secara aman menggunakan pin steril. Pemeriksaan mencakup area dorsal dan plantar pada kedua kaki. Prosedurnya dilakukan dengan memberikan stimulasi sekali saja di satu titik kaki, lalu pasien diminta mendeskripsikan sensasi yang dialami, apakah terasa tajam atau tumpul. Meski bersifat subjektif, kelemahan tes ini adalah hanya dapat dilakukan satu kali sehingga biayanya relatif lebih tinggi.

2. *Light touch perception*

Pemeriksaan sensasi sentuhan ringan dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya menggunakan jari, kapas, atau alat terkalibrasi khusus. Salah satu alat yang paling umum digunakan adalah *Semnes-Weinstein Monofilament 10-g* (monofilamen), yang terdiri dari 24 filamen terkalibrasi. Pasien dengan sensitivitas normal akan merasakan tekanan monofilamen 3,61 (setara dengan gaya linier 0,4 g). Namun, jika tidak mampu merasakan monofilamen 4,71 (setara dengan 1 g), hal ini mengindikasikan penurunan sensitivitas. Lebih lanjut, ketidakmampuan merasakan *monofilamen* 5,07 (setara dengan 10-g) menandakan penurunan sensitivitas berat dan hilangnya sensasi protektif.

3. *Vibration testing*

Metode alternatif untuk mengevaluasi fungsi saraf. Secara umum, persepsi getaran diukur menggunakan garpu tala berfrekuensi 128 Hz atau lebih rendah. Meskipun pemeriksaan ini bersifat subjektif, ketidakmampuan merasakan getaran pada ibu jari kaki memiliki kaitan signifikan dengan kemunculan ulkus di kaki.

4. *Quantitative Sensory Testing (QST)*

Metode pemeriksaan neurologis untuk mengevaluasi fungsi sensorik. Teknik ini berguna dalam menilai kondisi akson pada sistem saraf perifer serta reseptor distal. QST banyak diterima karena sifatnya yang sederhana, non-invasif, dan tidak menimbulkan rasa tidak nyaman.

5. *Nerve Conduction Studies*

Nerve conduction studies sering digunakan sebagai alat evaluasi gejala dan derajat keparahan neuropati diabetik. Metode ini memiliki sensitivitas dan

spesifisitas tinggi, serta telah diakui secara luas. Pemeriksaan difokuskan pada ekstremitas bawah, baik untuk saraf motorik maupun sensorik. Namun, adanya kelainan elektrodiagnostik yang mencerminkan gangguan metabolik dan ketidaksesuaian antara gejala klinis dengan perubahan elektrodiagnostik menjadi alasan mengapa hasil studi konduksi saraf tidak selalu konsisten dengan manifestasi klinis.

2.6 Hubungan Antara *Buerger Allen Exercise* dan *Foot Exercise* Terhadap Status Sensori Kaki

Buerger Allen Exercise dan *Foot Exercise* sebagai salah satu intervensi non-farmakologis dapat mempengaruhi status sensori kaki pasien diabetes mellitus tipe 2 melalui beberapa jalur mekanisme yang saling berinteraksi. Kedua jenis latihan ini mampu meningkatkan perfusi ekstremitas bawah melalui mekanisme yang berbeda namun saling melengkapi. *Buerger allen exercise* bekerja melalui perubahan gravitasi untuk mengoptimalkan aliran darah, sementara *foot exercise* meningkatkan sirkulasi melalui kontraksi otot dan aktivasi pompa vena. Peningkatan perfusi ini memberikan oksigen dan nutrisi yang lebih baik ke saraf perifer yang mengalami iskemia akibat mikroangiopati diabetik, menciptakan lingkungan yang lebih kondusif untuk fungsi dan potensi perbaikan saraf (Radhika et al., 2020)

Peningkatan perfusi yang diterapkan oleh *buerger-allen* mampu menciptakan lingkungan vaskular yang optimal untuk regenerasi saraf, sementara stimulasi mekanik dari *foot exercise* merangsang neuroplastisitas dan pembentukan jaringan saraf baru. Perbaikan ini diharapkan mampu meningkatkan status sensori kaki

melalui peningkatan jumlah titik yang dapat merasakan *monofilamen 10g* (sensasi protektif), atau menurunkan ambang batas sensori lainnya. Kombinasi kedua latihan ini diharapkan memberikan efek sinergis dalam menangani faktor iskemik dan fungsional dari neuropati, sehingga secara kumulatif berdampak lebih besar pada status sensori kaki dibandingkan jika hanya diberikan salah satu atau tidak diberikan sama sekali (Luo et al., 2022).

2.7 Konsep Pemeriksaan *Monofilament*

Monofilament test merupakan salah satu cara sederhana dan praktis untuk memeriksa neuropati perifer. Metode ini banyak direkomendasikan dalam berbagai panduan klinis sebagai alat deteksi dini gangguan saraf tepi (Pamungkas & Usman, 2021). Prosedur pelaksanaan *screening neuropathy* menggunakan *monofilament test.*

1. Persiapan

   Sebelum melakukan tes monofilamen, ada beberapa langkah persiapan yang perlu dilakukan:

   a. Berikan penjelasan kepada pasien mengenai prosedur dan tujuan pemeriksaan menggunakan alat monofilamen.
   b. Siapkan alat *monofilament semmes-weinstein* 10-gram atau 5-gram
   c. Posisikan pasien dalam keadaan berbaring dengan telapak kaki menapak rata.
   d. Pastikan lingkungan sekitar tenang dan nyaman untuk kenyamanan pasien.

2. Pelaksanaan

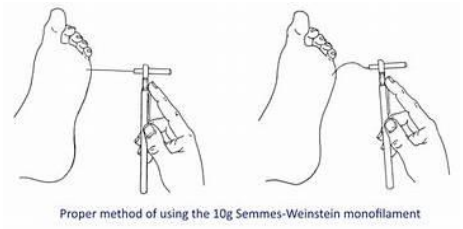
a. Cuci tangan terlebih dahulu sebelum memulai tindakan.

b. Pastikan pasien dalam keadaan rileks. Selama pemeriksaan, minta pasien untuk menutup matanya.

c. Instruksikan pasien untuk merespons dengan "iya" jika merasakan stimulus. Jika sensasi yang dirasakan berkurang, pasien dapat menyatakan "iya, tapi kurang terasa"

d. Lakukan kalibrasi dalam pemeriksaan

- Tempelkan monofilamen di bagian punggung ibu jari kaki dan area dekat kuku kaki.
- Tekan *monofilament test* hingga 2 detik hingga melengkung, lalu angkat perlahan. Gerakan harus dilakukan dengan lembut.



Gambar 2. 9 Cara melakukan *monofilament*

Sumber: (Pamungkas & Usman, 2021)

- Instruksikan kepada pasien untuk memberitahu setiap kali merasakan sentuhan.

- Ulangi pemeriksaan di 4 titik pada kaki kanan dan kiri, dengan posisi monofilamen tegak lurus terhadap telapak kaki. Pemeriksaan dilakukan secara acak..



Gambar 2. 10 Lokasi *monofilament*
Sumber: (Pamungkas & Usman, 2021)

e. Hindari area yang memiliki luka, ulkus, atau jaringan nekrotik.

3. Evaluasi

a. Observasi keadaan klien setelah dilakukan pemeriksaan

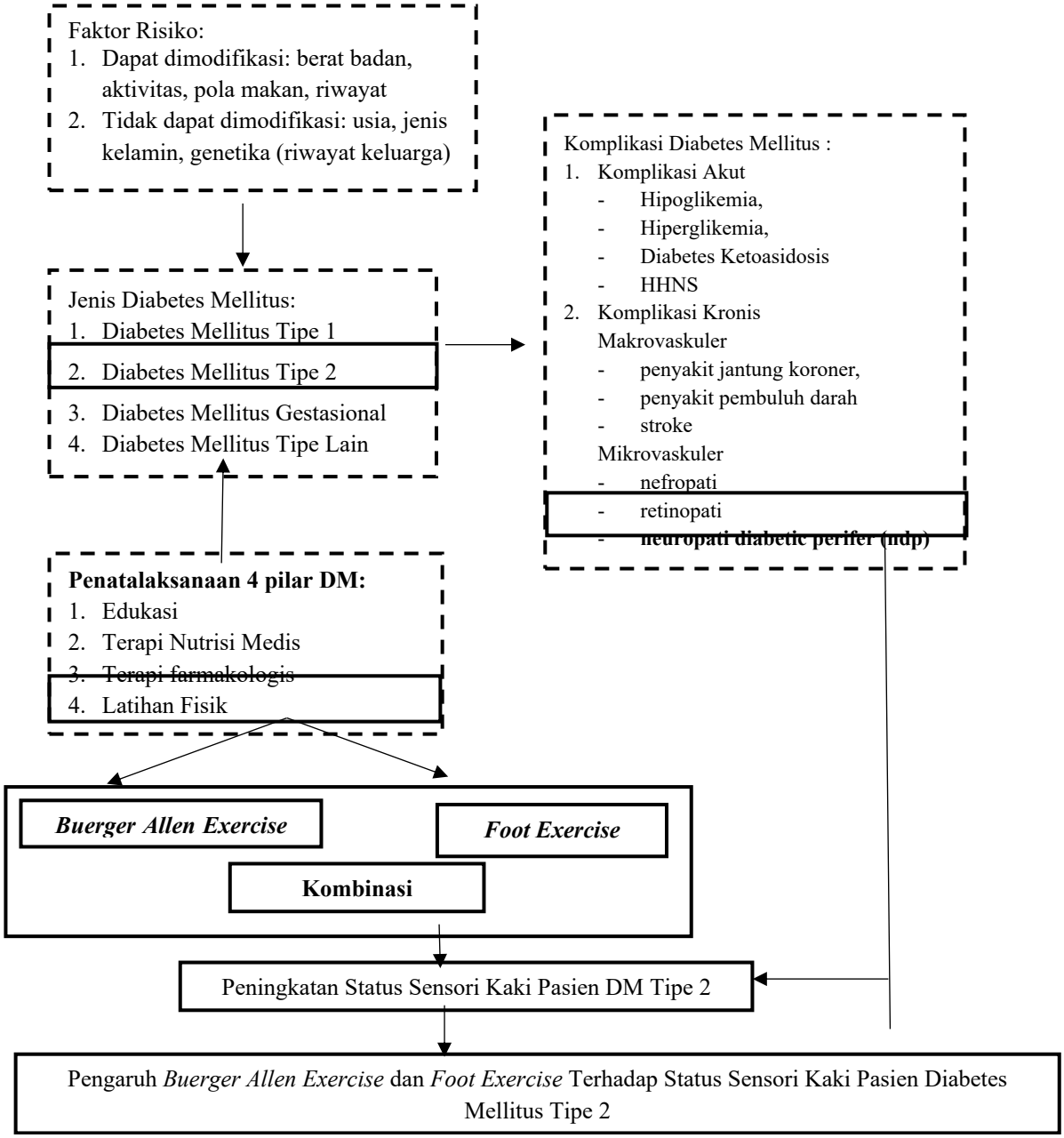
b. Buat kesimpulan hasil berdasarkan jumlah titik yang merasakan (skor 0-10), lalu interpretasikan mengacu pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Interpretasi *monofilament test*

	Interpretasi
Resiko Rendah	Dapat merasakan sentuhan di 8-10 titik pemeriksaan. Denyut nadi teraba di area kaki.
Resiko sedang	Mampu merasakan sentuhan hanya di 4-7 titik pemeriksaan. Denyut nadi di kaki mulai tidak terdeteksi, serta memiliki faktor risiko lain seperti kadar gula darah yang tidak terkontrol atau kebiasaan menggunakan alas kaki yang tidak aman.
Resiko tinggi	Merasakan sentuhan sampai 3 titik pemeriksaan saja. Denyut nadi di kaki tidak terdeteksi, serta terdapat kelainan bentuk kaki atau perubahan warna kulit seperti kemerahan dan penebalan kulit (kalus).

Sumber: (Pamungkas & Usman, 2021)

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2. 11 Kerangka Konsep Pengaruh *Buerger Allen Exercise* dan *Foot Exercise* Terhadap Status Sensori Kaki Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2

Keterangan:

Variabel yang diteliti : ☐ Berpengaruh : ⟶

Variabel yang tidak diteliti ⬚ :

2.9 Penjelasan Kerangka Konsep

Diabetes Mellitus Tipe 2 dapat disebabkan oleh berbagai faktor risiko, seperti berat badan, pola makan, aktivitas fisik, usia, jenis kelamin, dan riwayat keluarga. Penyakit ini, jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai komplikasi, baik yang akut (seperti hipoglikemia dan hiperglikemia) maupun kronis. Komplikasi kronis inilah yang menjadi fokus, khususnya komplikasi pada pembuluh darah kecil (mikrovaskuler) seperti neuropati diabetic. Neuropati inilah yang menjadi akar masalah dalam penelitian ini. Kerusakan saraf akibat kadar gula darah tinggi dalam jangka panjang menyebabkan penurunan sensasi pada kaki, yang dalam penelitian ini disebut sebagai status sensori kaki.

Mengatasi masalah status sensori kaki tersebut, terdapat sebuah fondasi perawatan yang bisa diberikan kepada setiap pasien Diabetes yang dikenal sebagai penatalaksanaan 4 pilar DM. Pada penelitian ini, peneliti menerapkan strategi penatalaksanaan 4 pilar Diabetes Mellitus yang salah satu pilarnya adalah latihan fisik. Peneliti memilih untuk mengkombinasikan dua jenis latihan khusus kaki, yaitu *buerger allen exercise* dan *foot exercise*. Kombinasi dari kedua mekanisme ini memperbaiki suplai darah ke saraf dan secara langsung merangsang saraf tersebut diharapkan dapat menghasilkan peningkatan status sensori kaki pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2.

2.10 Hipotesis

Hipotesis penelitian adalah sebuah pernyataan atau asumsi sementara mengenai keterkaitan antara dua atau lebih variabel yang akan diuji keakuratannya melalui penelitian. Dalam penelitian ini, hipotesis yang digunakan meliputi:

1. H_0 : Tidak terdapat pengaruh pemberian kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan *Foot Exercise* terhadap perubahan status sensori kaki pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 .
2. H_1 : Terdapat pengaruh pemberian kombinasi *Buerger Allen Exercise* dan *Foot Exercise* terhadap status sensori kaki pasien Diabetes Mellitus Tipe 2.