

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Diabetes Melitus

2.1.1 Definisi Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan penyakit kronis yang disebabkan gangguan metabolik, ditandai dengan kadar gula darah yang melebihi batas normal (Kemenkes, 2020). Menurut Suryati (2021) diabetes melitus merupakan kumpulan gangguan metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia) akibat gangguan pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Nilai normal gula darah sewaktu (GDS) adalah <200 mg/dl, sedangkan gula darah puasa (GDP) <126 mg/dl.

Menurut *American Diabetes Association* (2017), diabetes melitus terjadi ketika pankreas tidak mampu menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup atau ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin secara efektif. Insulin merupakan hormon yang berfungsi mengatur kadar gula darah. Hiperglikemia atau peningkatan kadar gula darah merupakan dampak yang tidak terkontrol dari diabetes, dalam jangka panjang dapat menimbulkan kerusakan sistemik pada berbagai organ, seperti jantung, ginjal, mata, pembuluh darah, serta meningkatkan risiko infeksi dan menghambat proses penyembuhan luka.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa diabetes melitus merupakan gangguan dalam pengaturan glukosa tubuh akibat disfungsi

insulin, baik dari sisi produksi maupun fungsinya. Penyakit ini bersifat menahun dan membutuhkan penanganan jangka panjang guna mencegah komplikasi serta menurunkan risiko kecacatan dan kematian.

2.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

American Diabetes Association mengelompokkan diabetes melitus menjadi empat macam berdasarkan penyebabnya, yaitu (Suryati, 2021):

a) Diabetes Melitus tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 disebut juga dengan *juvenile diabetes* atau diabetes pada usia muda. Namun, penyakit ini tidak hanya terjadi pada anak-anak atau remaja, melainkan juga dapat dialami orang dewasa. Istilah yang lebih sering digunakan adalah diabetes melitus tipe 1 atau *Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM), yaitu jenis diabetes melitus yang mengharuskan penderitanya bergantung pada insulin dari luar. Penyebab utamanya adalah infeksi virus atau gangguan autoimun yang merusak sel β pankreas sebagai penghasil insulin. Akibatnya, pankreas tidak lagi mampu memproduksi insulin, sehingga penderita membutuhkan suntikan insulin untuk dapat bertahan hidup.

b) Diabetes Melitus tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 atau *Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM) terjadi akibat gangguan sekresi insulin atau resistensi insulin pada organ target, terutama hati dan otot. Pada tahap awal, resistensi insulin belum menimbulkan gejala karena sel β pankreas masih mampu mengimbangnya dengan menghasilkan lebih banyak insulin (hiperinsulinemia), sehingga kadar gula darah tetap normal atau hanya meningkat sedikit.

Sekitar 90% kasus diabetes merupakan tipe 2, ditandai dengan berkurangnya sensitivitas tubuh terhadap insulin atau gangguan produksi insulin. Penyakit ini mulai tampak secara klinis ketika pankreas tidak lagi mampu menghasilkan insulin dalam jumlah cukup untuk mengatasi resistensi insulin. Penderita diabetes tipe 2 memiliki risiko penyakit jantung dan pembuluh darah 2–4 kali lebih tinggi dibandingkan orang sehat, serta lebih rentan mengalami hipertensi dan dislipidemia. Bahkan, gangguan pembuluh darah dapat muncul sejak fase pra diabetes akibat resistensi insulin.

Dua faktor utama yang memengaruhi timbulnya diabetes melitus tipe 2 adalah resistensi insulin dan gangguan fungsi sel β pankreas. Kondisi ini sering dijumpai pada orang dengan kelebihan berat badan atau obesitas. Pada keadaan tersebut, insulin tidak bekerja optimal pada otot, jaringan lemak, maupun hati, sehingga pankreas harus bekerja lebih keras untuk memproduksi insulin tambahan. Jika sel β pankreas tidak lagi mampu mencukupi kebutuhan tersebut, kadar gula darah meningkat dan menyebabkan hiperglikemia kronis. Lama-kelamaan kondisi ini memperburuk kerusakan sel β sekaligus memperparah resistensi insulin, sehingga penyakit menjadi semakin progresif.

c) Diabetes Melitus Gestasional (Diabetes pada Kehamilan)

Diabetes melitus gestasional adalah kondisi yang muncul pada ibu hamil yang sebelumnya tidak menderita diabetes, tetapi mengalami peningkatan kadar gula darah selama masa kehamilan. Gangguan toleransi glukosa ini umumnya muncul pada usia kehamilan sekitar 24 minggu (6 bulan) dan biasanya menghilang setelah persalinan. Namun, hampir setengah dari penderita memiliki risiko mengalami diabetes kembali di masa mendatang.

d) Diabetes Melitus tipe lain

Diabetes jenis ini disebut diabetes sekunder. Penyebabnya beragam, antara lain:

1. Gangguan hormonal yang memengaruhi sekresi atau fungsi insulin, misalnya akromegali, feokromositoma, dan sindrom Cushing.
2. Penyakit pankreas yang merusak sel β , seperti hemokromatosis, pankreatitis, dan fibrosis kistik.
3. Penggunaan obat tertentu, seperti fenitoin yang menghambat sekresi insulin, atau glukokortikoid dan estrogen yang mengganggu kerja insulin.
4. Kondisi langka, misalnya kelainan pada reseptor insulin.
5. Sindrom genetik tertentu.

2.1.3 Manifestasi Klinis Diabetes Melitus

Menurut Pamungkas dan Usman (2021), tanda dan gejala diabetes melitus adalah sebagai berikut:

a) Penurunan berat badan

Penurunan berat badan terjadi karena sel tubuh tidak memperoleh cukup glukosa sebagai sumber energi. Akibatnya, tubuh menggunakan cadangan lemak untuk memenuhi kebutuhan energi.

b) Poliuri (sering buang air kecil)

Poliuri muncul ketika kadar glukosa dalam darah melebihi kemampuan ginjal untuk menyerap kembali glukosa. Hal ini menyebabkan glukosa keluar bersama urine (glikosuria) dan menimbulkan diuresis osmotik yang secara klinis tampak sebagai peningkatan frekuensi buang air kecil.

c) Polidipsi (sering merasa haus)

Polidipsi terjadi karena tingginya kadar gula menyebabkan sel-sel tubuh kekurangan cairan. Glukosa sulit masuk ke membran sel, sehingga tubuh merespons dengan rasa haus yang berlebihan.

d) Polifagi (sering merasa lapar)

Polifagi terjadi karena menurunnya aktivitas pusat pengatur rasa kenyang di hipotalamus. Ketika glukosa hasil metabolisme karbohidrat tidak dapat masuk ke dalam sel, tubuh mengalami kekurangan energi, sehingga timbul rasa lapar yang terus-menerus.

e) Masalah kulit dan proses penyembuhan lama

Penderita diabetes sering mengalami kulit kering, gatal, serta luka yang sulit sembuh. Hal ini disebabkan kadar gula darah yang tinggi merusak pembuluh darah dan menurunkan kemampuan sel progenitor endotel (EFC) mencapai area luka, sehingga proses penyembuhan terhambat.

f) Penglihatan kabur

Kadar gula darah yang tidak terkontrol dalam jangka panjang dapat merusak fungsi mata secara permanen dan meningkatkan risiko kebutaan.

g) Kesemutan dan mati rasa

Penderita sering merasakan kesemutan, mati rasa, atau nyeri seperti terbakar, terutama pada tangan dan kaki. Apabila kadar gula darah tetap tinggi dalam jangka waktu lama, kerusakan saraf yang terjadi dapat bersifat permanen.

2.1.4 Faktor Risiko Diabetes Melitus

Faktor-faktor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya diabetes melitus, yaitu:

a) Genetik

Faktor genetik berpengaruh besar terhadap risiko diabetes melitus. Seseorang dengan riwayat keluarga penderita, seperti orang tua atau saudara kandung memiliki kemungkinan 2 hingga 6 kali lebih tinggi terkena diabetes dibandingkan yang tidak memiliki riwayat tersebut (Etika & Monalisa, 2017).

b) Obesitas

Obesitas atau kelebihan berat badan dapat menimbulkan resistensi insulin, yaitu kondisi ketika tubuh tidak mampu memanfaatkan insulin secara optimal. Obesitas umumnya dipengaruhi oleh pola makan yang tidak seimbang serta kurangnya aktivitas fisik. Kurangnya konsumsi buah dan sayur juga turut berperan dalam memicu obesitas yang pada akhirnya meningkatkan risiko diabetes melitus (Suwinawati et al., 2020).

c) Kurangnya Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik berperan penting dalam metabolisme glukosa di dalam tubuh. Ketika seseorang tidak aktif bergerak, proses pembakaran glukosa oleh otot menjadi tidak optimal, sehingga kadar gula darah meningkat. Gaya hidup tidak aktif disertai pola makan yang buruk menjadi kombinasi risiko tinggi terhadap diabetes melitus (Vadila et al., 2021).

d) Usia

Pertambahan usia menyebabkan penurunan fungsi sistem tubuh, termasuk sistem endokrin. Kondisi ini membuat sensitivitas tubuh terhadap insulin berkurang sehingga kadar gula darah menjadi tidak stabil. Selain itu, kurang aktivitas fisik dan pola makan tidak sehat pada usia lanjut juga dapat

memicu resistensi insulin serta meningkatkan risiko diabetes melitus (Chairunnisa, 2020).

e) Hipertensi

Hipertensi dapat menyebabkan penyempitan pembuluh darah akibat penebalan dinding arteri. Kondisi ini mengganggu penyerapan glukosa dari darah ke dalam sel, sehingga kadar glukosa darah meningkat (hiperglikemia). Jika berlangsung dalam jangka panjang, keadaan ini berisiko berkembang menjadi diabetes melitus tipe 2 (Mahfudzoh et al., 2019).

f) Riwayat Diabetes Gestasional

Ibu yang mengalami diabetes gestasional selama kehamilan berisiko lebih tinggi terkena diabetes melitus tipe 2 setelah melahirkan. Meskipun gejalanya sering mereda pasca persalinan, risiko tetap ada hingga 5–10 tahun kemudian, bahkan dapat berulang pada kehamilan berikutnya (Adli, 2021).

g) Tingkat Pendidikan

Menurut Lukoschek dalam Clara (2018) tingkat pendidikan memengaruhi kemampuan seseorang dalam memahami informasi kesehatan. Individu dengan pendidikan yang lebih tinggi umumnya lebih mampu menyerap edukasi mengenai pengelolaan diabetes. Sebaliknya, rendahnya tingkat pendidikan dapat menjadi penghambat dalam memahami dan menerapkan manajemen penyakit secara efektif.

h) Pekerjaan

Jenis pekerjaan yang minim aktivitas fisik dapat mempengaruhi metabolisme tubuh. Kurangnya pembakaran energi menyebabkan kalori berlebih tersimpan sebagai lemak, kemudian memicu obesitas. Obesitas

menjadi salah satu faktor utama dalam terjadinya diabetes melitus (Arania et al., 2021)

2.1.5 Etiologi Diabetes Melitus

Menurut *American Diabetes Association* (2020), penyebab diabetes melitus dapat dibedakan sebagai berikut:

a) Diabetes melitus tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 terjadi akibat kerusakan sel beta pankreas sehingga tubuh tidak mampu menghasilkan insulin untuk mengatur kadar glukosa darah. Penyebab utamanya bukan faktor keturunan, melainkan gangguan autoimun. Faktor yang berperan antara lain:

1. Faktor genetik

Penderita diabetes tidak langsung mewarisi diabetes tipe 1, melainkan memiliki kecenderungan genetik (predisposisi) untuk mengembangkan penyakit ini. Kecenderungan tersebut muncul pada individu yang memiliki tipe antigen HLA (*Human Leucocyte Antigen*) tertentu. HLA merupakan sekumpulan gen yang berperan dalam pengaturan respons imun, termasuk dalam proses pengenalan antigen transplantasi.

2. Faktor imunologi

Pada penderita diabetes tipe I, sistem kekebalan tubuh memberikan respons abnormal. Antibodi justru menyerang jaringan tubuh yang sehat karena dianggap sebagai benda asing.

3. Faktor lingkungan

Para peneliti menduga bahwa faktor lingkungan eksternal juga berperan dalam kerusakan sel beta. Beberapa penelitian menemukan bahwa paparan

zat beracun atau virus tertentu dapat memicu reaksi autoimun yang merusak sel beta. Virus yang sering dikaitkan dengan kondisi ini antara lain Human coxsackievirus B4, Mumps, dan Rubella. Virus-virus ini dapat merusak sel beta melalui dua cara. Pertama, virus bisa langsung merusak sel melalui mekanisme infeksi sitolitik. Kedua, virus dapat memicu respons autoimun yang berbalik menyerang sel beta. Respons autoimun ini ditandai dengan aktivasi limfosit T yang mengenali antigen pada sel pankreas, sehingga akhirnya merusak sel beta (*American Diabetes Association*, 2020).

b) Diabetes melitus tipe 2

Diabetes tipe 2 muncul akibat gangguan metabolisme dan berkurangnya efektivitas insulin dalam mengendalikan kadar glukosa darah. Kondisi ini umumnya dipengaruhi oleh gaya hidup yang kurang sehat. Faktor risiko yang dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya diabetes tipe 2, antara lain:

1. Usia, risiko meningkat pada usia di atas 65 tahun karena resistensi insulin cenderung bertambah.
2. Obesitas, kondisi di mana tubuh memiliki jumlah lemak yang berlebihan. Hal ini menyebabkan tubuh menyimpan energi lebih banyak, termasuk cadangan glikogen di hati.

c) Diabetes melitus gestasional

Diabetes melitus gestasional adalah kelainan yang terjadi selama masa kehamilan. Kondisi ini diperkirakan muncul karena adanya perubahan metabolisme glukosa (hiperglikemia) akibat sekresi hormon plasenta. Teori lain menyebutkan bahwa diabetes tipe ini sebenarnya sudah ada, tetapi baru terdeteksi saat hamil. Ibu hamil dengan ciri-ciri berikut berisiko lebih tinggi:

1. Berat badan berlebih.
2. Memiliki riwayat keluarga penderita diabetes.
3. Pernah melahirkan bayi dengan berat lebih dari 4 kg.
4. Mengalami keguguran berulang.
5. Memiliki riwayat bayi lahir mati.

d) Diabetes tipe lain

Diabetes tipe lain atau yang sering disebut sebagai diabetes sekunder adalah kondisi kadar gula darah meningkat bukan karena penyakit diabetes itu sendiri, melainkan sebagai akibat dari penyakit lain. Beberapa kondisi medis yang dapat memicu gangguan pada produksi atau fungsi insulin yang menyebabkan diabetes, antara lain radang pankreas (pankreatitis) serta gangguan pada kelenjar adrenal atau hipofisis. Selain itu, penggunaan obat-obatan tertentu seperti kortikosteroid, obat antihipertensi, dan obat penurun kolesterol juga dapat menjadi penyebab. Penderita yang berada dalam kondisi kritis, misalnya malnutrisi, infeksi berat, atau stroke, sering kali mengalami peningkatan kadar gula darah yang cukup tinggi. Pada situasi seperti ini, diabetes muncul sebagai dampak dari penyakit lain

2.1.6 Patofisiologi Diabetes Melitus

Diabetes melitus dapat terjadi jika pankreas bagian eksokrin mengalami kerusakan yang cukup parah, terutama bila sebagian besar sel islet pankreas rusak. Selain itu, hormon yang bertindak sebagai lawan kerja insulin juga dapat menyebabkan kondisi ini. Beberapa faktor utama yang menyebabkan resistensi insulin antara lain: kelebihan berat badan atau obesitas, peningkatan hormon kortisol (seperti pada sindrom Cushing atau penggunaan steroid jangka panjang),

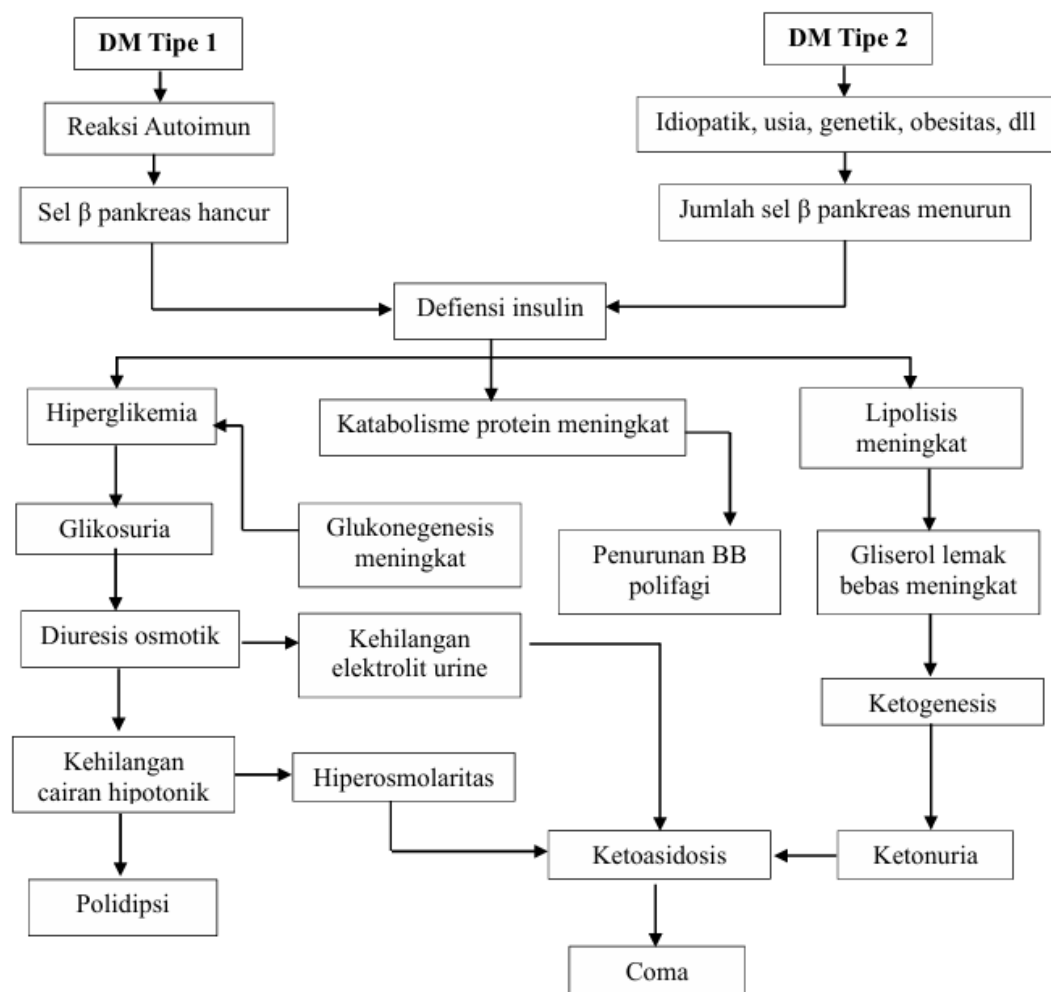
kehamilan (termasuk diabetes gestasional), sindrom ovarium polikistik (PCOS), kelebihan hormon pertumbuhan (akromegali), kelainan distribusi lemak (lipodistrofi), adanya antibodi yang menyerang reseptor insulin, mutasi pada reseptor insulin atau gen PPAR γ , serta penyakit keturunan seperti hemochromatosis yang menyebabkan penumpukan zat besi dalam tubuh (A. N. Sari, 2024).

Pada diabetes tipe I, sel beta pankreas telah dihancurkan oleh proses autoimun, sehingga insulin tidak dapat diproduksi. Hiperglikemia puasa terjadi karena produksi glukosa yang tidak dapat diukur oleh hati. Meskipun glukosa dalam makanan tetap berada di dalam darah dan menyebabkan hiperglikemia postprandial (setelah makan), glukosa tidak dapat disimpan di hati. Jika konsentrasi glukosa dalam darah cukup tinggi, ginjal tidak akan dapat menyerap kembali semua glukosa yang telah disaring. Oleh karena itu ginjal tidak dapat menyerap semua glukosa yang disaring. Akibatnya, muncul dalam urine (kencing manis). Saat glukosa berlebih diekskresikan dalam urine, limbah ini akan disertai dengan ekskreta dan elektrolit yang berlebihan. Kondisi ini disebut diuresis osmotik. Kehilangan cairan yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan buang air kecil dan haus (Febrianti, 2023).

Kekurangan insulin juga dapat mengganggu metabolisme protein dan lemak, yang menyebabkan penurunan berat badan. Jika terjadi kekurangan insulin, kelebihan protein dalam darah yang bersirkulasi tidak akan disimpan di jaringan. Dengan tidak adanya insulin, semua aspek metabolisme lemak akan meningkat pesat. Biasanya hal ini terjadi di antara waktu makan, saat sekresi insulin minimal, namun saat sekresi insulin mendekati, metabolisme lemak pada diabetes melitus akan meningkat secara signifikan. Untuk mengatasi resistensi insulin dan mencegah

pembentukan glukosa dalam darah, diperlukan peningkatan jumlah insulin yang disekresikan oleh sel beta pankreas. Pada penderita gangguan toleransi glukosa, kondisi ini terjadi akibat sekresi insulin yang berlebihan, dan kadar glukosa akan tetap pada level normal atau sedikit meningkat. Namun, jika sel beta tidak dapat memenuhi permintaan insulin yang meningkat, maka kadar glukosa akan meningkat dan diabetes melitus tipe 2 akan berkembang (Lestari & Zulkarnain, 2021).

Pada diabetes melitus yang terjadi selama masa kehamilan dapat disebabkan karena kurangnya jumlah insulin yang dihasilkan oleh tubuh yang dibutuhkan untuk membawa glukosa untuk melewati membran sel. Peningkatan produksi hormon kehamilan terutama HPL (Human Placenta Lactogen) akan meningkatkan resistensi sel terhadap insulin sehingga dapat memicu munculnya kondisi diabetes gestasional. Efek puncak HPL sering terjadi pada usia kehamilan sekitar 26 sampai 28 minggu. Waktu tersebut merupakan saat yang tepat melakukan penapisan. Glukosa darah ibu yang meningkat akan disalurkan ke janin melalui plasenta. Janin memang tidak menderita diabetes, tetapi harus meningkatkan produksi insulinnya guna metabolisme glukosa yang ada. Akibat peningkatan kadar insulin dan glukosa, terjadilah pertumbuhan fisik yang dramatis, yang menyebabkan bayi besar (makrosomia). Makrosomia disebabkan oleh hiperplasia, peningkatan jumlah sel, hipertrofi, dan pembesaran sel bayi. Kondisi ini menyebabkan perubahan yang berlangsung seumur hidup bagi janin dan terbukti meningkatkan kemungkinan obesitas pada masa anak-anak dan dewasa, sekaligus menjadi penyebab meningkatkan risiko diabetes melitus di kemudian hari (Suryati, 2021).



Gambar 2.1 Pathway Patofisiologi Diabetes Melitus (Decroli, 2019)

2.1.7 Sirkulasi Perifer pada Pasien Diabetes Melitus

Vaskularisasi atau sirkulasi adalah proses peredaran darah dari jantung ke seluruh jaringan tubuh. Sirkulasi yang baik memastikan jaringan memperoleh oksigen dan nutrisi secara cukup, proses ini sangat bergantung pada fungsi jantung dan pembuluh darah. Kelancaran aliran darah dipengaruhi oleh fungsi jantung yang memompa darah dengan baik, volume darah yang memadai, serta kondisi pembuluh darah yang paten dan responsif. Selain itu, tingkat kekentalan darah,

aktivitas sistem saraf, dan kebutuhan metabolisme jaringan juga berperan dalam menentukan kecepatan aliran darah (Anisah et al., 2023).

Penurunan aliran darah pada pembuluh darah perifer menjadi salah satu tanda penyakit arteri perifer. Dampak fisiologis dari perubahan aliran darah bergantung pada kebutuhan jaringan terhadap oksigen. Jika kebutuhan oksigen tinggi, sedikit saja penurunan aliran darah dapat mengganggu fungsi dan integritas jaringan, sehingga dapat terjadi iskemia, malnutrisi jaringan, bahkan kematian jaringan (Nadrati & Supriatna, 2021).

Pada kondisi hiperglikemia yang berkepanjangan, tubuh menghasilkan senyawa beracun yang disebut *Advanced Glycosylated End Products* (AGEs). Senyawa ini terbentuk melalui interaksi antara glukosa dengan protein tubuh, seperti protein pada membran sel darah merah, protein saraf tepi, fibrinogen, dan mielin. Konsentrasi AGEs lebih tinggi pada penderita diabetes melitus. Pada endotel pembuluh darah kecil, AGEs menghambat produksi prostasiklin serta memicu pembentukan PAI-1 (Plasminogen Activator Inhibitor 1). Hal ini meningkatkan penggumpalan trombosit dan memperkuat fibrin sehingga memudahkan terbentuknya trombosis. Mikrotrombus yang muncul akibat AGEs dapat menyebabkan hipoksia lokal, merangsang pembentukan pembuluh darah baru (angiogenesis), dan menimbulkan kerusakan pembuluh darah kecil (mikroangiopati). Mikroangiopati dapat mengakibatkan kerusakan pembuluh darah saraf (vena nervorum) akibat penebalan membran basalis, meningkatnya permeabilitas kapiler, serta terbentuknya mikrotrombus. Kondisi tersebut menyebabkan iskemia saraf perifer yang berujung pada neuropati. Gangguan sirkulasi perifer ini mengurangi suplai darah ke jaringan dan memunculkan gejala

berupa nyeri, perubahan warna serta kondisi kulit, hingga melemahnya denyut nadi (Sutjahjo, 2015).

2.1.8 Komplikasi Diabetes Melitus

Menurut Meddy (2021), komplikasi akibat diabetes melitus dibedakan menjadi dua jenis, yaitu komplikasi akut dan komplikasi kronis:

a) Komplikasi Akut

Komplikasi ini berhubungan dengan gangguan keseimbangan kadar glukosa darah dalam jangka pendek. Terdapat tiga jenis komplikasi akut, yaitu:

1. Hipoglikemia

Kondisi ketika glukosa darah hingga di bawah 50 mg/dl. Hal ini dapat terjadi karena obat antidiabetes atau penggunaan insulin berlebihan, aktivitas fisik berlebih, dan asupan makanan terlalu sedikit.

2. Diabetes Ketoasidosis

Terjadi akibat kekurangan insulin yang parah atau ketiadaan insulin. Kondisi ini mengganggu metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Gejala utama meliputi asidosis, kehilangan elektrolit, dan dehidrasi.

3. Sindrom Hiperglikemik Hiperosmolar Non-Ketotik (SHHNK)

Kondisi ini ditandai dengan hiperosmolaritas dan hiperglikemia yang disertai perubahan kesadaran. Hiperglikemia yang berlangsung terus-menerus menyebabkan diuresis osmotik, sehingga tubuh kehilangan banyak cairan dan elektrolit.

b) Komplikasi Menahun/Kronis

Diabetes melitus dapat menimbulkan komplikasi kronis yang menyerang hampir semua sistem organ. Kerusakan organ disebabkan oleh menurunnya

aliran darah akibat kerusakan pembuluh darah. Beberapa komplikasi kronis diabetes melitus antara lain:

1. Komplikasi Makrovaskular

a. Penyakit Arteri Koroner

Perubahan aterosklerotik pada arteri koroner dapat meningkatkan risiko terjadinya infark miokard (serangan jantung) pada penderita diabetes. Selain itu, penderita diabetes juga lebih mudah mengalami berbagai komplikasi setelah mengalami serangan jantung.

b. Penyakit Serebrovaskular

Aterosklerosis pada pembuluh darah otak atau terbentuknya embolus yang terbawa aliran darah hingga menyumbat pembuluh serebral dapat memicu serangan iskemia dan stroke. Gejala yang mungkin timbul antara lain gangguan penglihatan, pusing, bicara pelo, serta kelemahan pada anggota gerak.

c. Penyakit Arteri Perifer

Penyakit arteri perifer merupakan salah satu komplikasi makrovaskular pada diabetes melitus yang terjadi akibat proses aterosklerosis pada pembuluh darah arteri ekstremitas, terutama tungkai bawah. Hiperglikemia kronik pada penderita diabetes mempercepat kerusakan endotel dan pembentukan plak aterosklerotik, sehingga menyebabkan penyempitan atau sumbatan pembuluh darah. Kondisi ini mengakibatkan penurunan aliran darah perifer yang ditandai dengan melemahnya denyut nadi perifer, klaudikasio intermitent, serta nyeri tungkai saat berjalan. Pada kondisi lanjut, gangguan perfusi yang berat

dapat menyebabkan ulkus iskemik, gangren, hingga meningkatkan risiko amputasi ekstremitas bawah.

2. Mikrovaskular

a. Retinopati Diabetik

Retinopati diabetik merupakan kerusakan pembuluh darah kecil pada retina, yaitu bagian yang berfungsi menerima bayangan dan mengirimkan informasi visual ke otak. Retina memiliki banyak pembuluh darah kecil, seperti venula, arteriol, dan kapiler, sehingga rentan mengalami kerusakan. Selain retinopati, penderita diabetes juga berisiko mengalami katarak dan glaukoma yang dapat memperburuk gangguan penglihatan (Andaresta et al., 2022).

b. Nefropati Diabetik

Pada penderita diabetes melitus tipe 2, penyakit ginjal dapat muncul dalam 10 tahun sejak diagnosis ditegakkan. Apabila kadar glukosa darah meningkat, maka mekanisme filtrasi ginjal akan mengalami stress yang menyebabkan kebocoran protein darah ke dalam urin. Kondisi ini meningkatkan tekanan pada pembuluh darah ginjal yang memicu terjadinya nefropati (Andaresta et al., 2022).

c. Neuropati Diabetik

Dua tipe neuropati yang paling sering ditemukan adalah neuropati otonom dan neuropati perifer.

1) Neuropati otonom menyerang sistem saraf otonom, sehingga dapat mengganggu fungsi berbagai organ seperti jantung, saluran pencernaan, saluran kemih, kelenjar adrenal, hingga fungsi seksual.

2) Neuropati perifer ditandai dengan gejala awal berupa kesemutan, rasa tertusuk-tusuk, atau baal pada kaki. Seiring berjalannya waktu, sensitivitas terhadap sentuhan dan nyeri menurun, sehingga penderita rentan mengalami luka tanpa disadari. Jika kadar glukosa darah tidak terkontrol, dinding pembuluh kapiler yang memberi nutrisi saraf akan rusak (Andaresta et al., 2022).

3. Kaki Diabetik

Kaki diabetik adalah keadaan ketika jaringan kaki mengalami infeksi akibat masuknya mikroorganisme yang kemudian memicu peradangan. Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kerusakan pembuluh darah (vaskulopati), kerusakan saraf (neuropati), gangguan sistem kekebalan tubuh (imunopati), serta kelainan struktur dan fungsi kaki (biomekanik). Penderita diabetes berisiko tinggi mengalami luka pada kaki karena aliran darah yang menurun dan gangguan rasa. Luka kecil yang tidak dirawat dengan baik dapat berkembang menjadi ulkus diabetikum, yaitu luka kronis yang sulit sembuh dan berisiko menimbulkan komplikasi serius (Dinata & Yasa, 2021).

2.1.9 Pemeriksaan Penunjang Diabetes Melitus

Menurut Ibrahim (2022) pemeriksaan penunjang untuk pasien diabetes melitus diantaranya yaitu:

a) Tes darah

1. Pemeriksaan kadar glukosa darah untuk melihat adanya peningkatan.
2. Pemeriksaan kadar HbA1c.
3. Pemeriksaan kadar kolesterol dan trigliserida.

4. Pemeriksaan kadar albumin.
 5. Tes urea nitrogen darah (BUN) dan kreatinin.
 6. Pemeriksaan keseimbangan elektrolit.
- b) Tes urin:
1. Pemeriksaan adanya peningkatan kadar gula dalam urin.
 2. Uji badan keton dan albumin dalam urin.
- c) Pemeriksaan penunjang lainnya
1. Foto Rontgen: rontgen dada untuk mendeteksi kelainan paru.
 2. Angiografi, monofilamen, dan pemeriksaan Doppler pada luka gangren.
 3. Kultur jaringan pada luka gangrene
 4. Pemeriksaan organ lain yang berhubungan dengan komplikasi diabetes, seperti mata, saraf, dan jantung.

Tabel 2. 1 Nilai Glukosa Normal

Kategori	Glukosa Puasa (mg/dl)	Glukosa 2 jam PP	HbA1c (%)
Normal	< 100	< 140	< 5,7
Pra-diabetes	100-125	140-199	5,7 – 6,4
Diabetes	≥ 126	≥ 200	≥ 6,5

2.1.10 Penatalaksanaan Diabetes Melitus

a) Edukasi Kesehatan

Edukasi mengenai pola hidup sehat perlu diberikan secara terus-menerus sebagai langkah pencegahan sekaligus bagian penting dalam penatalaksanaan diabetes melitus secara menyeluruh. Edukasi ini diharapkan dapat membantu pasien memahami penyakit yang dideritanya, termasuk cara pengelolaan yang tepat serta risiko komplikasi yang

mungkin timbul jika diabetes tidak ditangani dengan baik (Eliana et al., 2015).

b) Terapi Nutrisi Medis (TNM).

Terapi Nutrisi Medis merupakan bagian penting dalam pengelolaan diabetes melitus. Pola makan yang dianjurkan bagi penderita diabetes pada dasarnya sama dengan pedoman gizi seimbang untuk masyarakat umum, yaitu menyesuaikan kebutuhan kalori dan zat gizi setiap individu. Pasien perlu memahami pentingnya keteraturan jadwal makan, pemilihan jenis makanan yang tepat, serta pengaturan jumlah kalori, terutama bagi yang menggunakan obat perangsang sekresi insulin (Romli & Baderi, 2020).

c) Latihan Jasmani.

Aktivitas fisik dan latihan jasmani disarankan dilakukan secara rutin 3–5 kali dalam seminggu, masing-masing sesi selama 30–45 menit, dengan total minimal 150 menit per minggu. Jeda antar sesi sebaiknya tidak lebih dari dua hari berturut-turut. Latihan jasmani bermanfaat untuk menjaga kebugaran, menurunkan berat badan, serta meningkatkan sensitivitas insulin sehingga membantu pengendalian kadar glukosa darah. Jenis latihan yang dianjurkan adalah latihan aerobik dengan intensitas sedang, seperti bersepeda santai, jogging, jalan cepat , atau berenang (Romli & Baderi, 2020).

d) Pemantauan gula darah

Pemantauan kadar gula darah sebaiknya dilakukan secara enzimatik menggunakan sampel darah plasma vena. Selain itu, kadar gula darah juga dapat dipantau melalui pemeriksaan darah kapiler dengan glucometer.

Pemantauan ini bermanfaat untuk mengetahui variasi kadar gula darah harian, misalnya sebelum makan, satu hingga dua jam setelah makan, maupun pada kondisi tertentu (Romli & Baderi, 2020).

e) Terapi Farmakologis.

1. Obat Anti Hiperglikemia Oral

- a. Peningkat Sensitivitas Insulin: Metformin dan Tiazolidindion (TZD)
- b. Pemacu Sekresi Insulin (*Insulin Secretagogue*): Sulfonilurea dan Glinid.
- c. Penghambat DPP-IV (Dipeptidyl Peptidase-IV)
- d. Penghambat Absorpsi Glukosa: Penghambat Glukosidase Alfa.
- e. Penghambat SGLT-2 (Sodium Glucose Co-transporter 2): Empagliflozin, Ipragliflozin, Canagliflozin, Dapagliflozin.

2. Obat Antihiperglikemia Suntik:

- a. Agonis GLP-1/Incretin Mimetic
- b. Insulin

3. Terapi Kombinasi

Terapi kombinasi yang umum digunakan adalah obat anti hiperglikemia oral dengan insulin basal biasanya diminum pada malam hari sebelum tidur (Eliana et al., 2015).

f) Terapi Non Farmakologis

Terapi non-farmakologis merupakan bentuk penatalaksanaan tanpa obat yang bertujuan untuk menurunkan kadar glukosa darah, memperbaiki sirkulasi, serta meningkatkan kualitas hidup pasien diabetes melitus. Pendekatan ini dinilai lebih aman karena minim efek samping dan mudah

dilakukan secara mandiri (Helmi et al., 2024). Berdasarkan tinjauan literatur, beberapa bentuk terapi non-farmakologis yang telah terbukti efektif antara lain:

1. Senam Kaki dan Senam Diabetes

Latihan ini berfokus pada gerakan kaki dan tungkai untuk melancarkan aliran darah perifer, meningkatkan kekuatan otot, serta memperbaiki sensitivitas insulin. Aktivitas fisik seperti senam diabetes dilakukan 3-5 kali per minggu selama 30 menit dan berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah (Helmi et al., 2024).

2. Relaksasi Otot Progresif dan Relaksasi Autogenik

Kedua teknik ini membantu mengendalikan sistem saraf simpatik dan parasimpatik, menurunkan stres, serta menstabilkan kadar glukosa darah. Relaksasi dilakukan dengan mengontraksikan otot tertentu, diikuti pelepasan disertai pernapasan dalam sehingga tubuh menjadi lebih rileks (Helmi et al., 2024).

3. Yoga dan Peregangan Pasif

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa yoga dan peregangan statis dapat menurunkan kadar gula darah melalui peningkatan fleksibilitas otot, pengendalian stres, dan keseimbangan hormonal (Helmi et al., 2024).

4. Hidroterapi (Rendam Kaki Air Hangat)

Rendam kaki air hangat merupakan salah satu bentuk hidroterapi sederhana yang berfungsi melancarkan sirkulasi darah perifer dengan cara melebarkan pembuluh darah kapiler dan meningkatkan suplai

oksigen ke jaringan. Selain itu, terapi ini membantu mengurangi kekakuan otot dan memberikan efek relaksasi. Pada pasien diabetes, terapi rendam kaki air hangat dilakukan dengan suhu sekitar 37–40°C selama 15–20 menit, dan terbukti dapat membantu memperbaiki perfusi darah pada ekstremitas bawah (Maryama et al., 2021).

5. Latihan *Active Lower Range of Motion* (ROM)

Latihan *Active Lower ROM* merupakan aktivitas gerak sendi ekstremitas bawah secara aktif untuk menjaga fleksibilitas, memperkuat otot tungkai, serta meningkatkan aliran darah ke jaringan perifer. Latihan ini bermanfaat bagi pasien diabetes dalam mencegah gangguan sirkulasi dan menurunkan risiko luka kaki diabetik. Ketika dilakukan secara rutin, *Active Lower ROM* dapat membantu memperbaiki nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) sebagai indikator perfusi darah perifer (Lestari et al., 2021).

2.2 Konsep Terapi Rendam Kaki Air Hangat

2.2.1 Definisi Terapi Rendam Kaki Air Hangat

Terapi rendam atau yang lebih dikenal sebagai hidroterapi, berasal dari istilah Yunani *hydrotherapia* yang berarti pengobatan dengan air. Metode ini memanfaatkan air hangat sebagai terapi atau sarana untuk menjaga kesehatan, mencegah penyakit, dan menyembuhkan melalui pengaturan suhu di dalam air serta pemberian tekanan pada tubuh. Ini termasuk membuat pusaran air yang merangsang ujung saraf sehingga menimbulkan efek refleks. Efek refleks tersebut memengaruhi pembuluh darah dengan menimbulkan perubahan pada peredaran darah serta fungsi metabolisme (Almassmoum et al., 2018).

Terapi rendam kaki merupakan terapi dengan cara merendam kaki hingga 10-15 cm di atas mata kaki menggunakan air hangat. Tujuan terapi ini adalah untuk meningkatkan aliran darah pada area kaki. Perendaman kaki dengan air hangat bermanfaat dalam mengurangi nyeri, baik akut maupun kronis. Terapi ini efektif untuk meredakan rasa sakit yang berhubungan dengan ketegangan otot, serta dapat membantu mengatasi gangguan hormonal dan melancarkan peredaran darah. Panas dari terapi ini bekerja dengan cara melebarkan pembuluh darah sehingga meningkatkan aliran darah yang dapat menambah suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan. Selain itu, panas juga dapat meningkatkan elastisitas otot serta mengurangi kekakuan otot (Maryama et al., 2021).

2.2.2 Indikasi dan Kontraindikasi Terapi Rendam Kaki Air Hangat

Terapi rendam kaki air hangat dianjurkan pada pasien diabetes melitus dengan kondisi berikut (Setiyani, 2018):

- a) Pasien diabetes melitus dengan gangguan sirkulasi darah perifer.
- b) Pasien yang kurang aktivitas fisik.
- c) Pasien dengan keluhan nyeri otot ringan, rasa tidak nyaman, atau kesemutan di kaki.
- d) Pasien dengan risiko rendah terhadap luka kaki, misalnya tidak ada luka terbuka.
- e) Pasien yang membutuhkan terapi relaksasi otot dan peningkatan perfusi darah di ekstremitas bawah.

Terapi rendam kaki air hangat tidak dianjurkan atau harus dihindari pada kondisi berikut (Setiyani, 2018):

- a) Trauma atau inflamasi akut pada kaki.

- b) Edema berat atau gangguan pembuluh darah yang signifikan.
- c) Adanya jaringan parut luas atau luka terbuka/inflamasi aktif pada ekstremitas bawah.
- d) Pasien dengan gangguan sensibilitas berat (misalnya neuropati berat), berisiko tidak merasakan suhu berlebih dan menyebabkan luka bakar.
- e) Pasien dengan iskemia ekstremitas berat atau kritis ($ABI \leq 0,4$).
- f) Trombosis vena dalam atau kondisi vaskular akut lainnya.
- g) Pasien dengan sakit luar biasa di kaki atau luka nyeri berat pada ekstremitas

2.2.3 Manfaat Terapi Rendam Kaki Air Hangat

Terapi rendam kaki dengan air hangat merupakan teknik sederhana yang mudah dilakukan karena praktis dan terjangkau. Air hangat memiliki efek fisiologis yang bermanfaat bagi tubuh. Adapun manfaat terapi rendam kaki air hangat antara lain (Herawan et al., 2023):

- a) Membantu relaksasi, air hangat memiliki efek mengurangi ketegangan otot, mengatasi kekakuan, serta meningkatkan keelastisan otot. Hal ini dapat memberikan sensasi kenyamanan dan mengurangi ketegangan fisik
- b) Meningkatkan sirkulasi darah, terapi rendam kaki air hangat dapat meningkatkan peredaran darah, melebarkan pembuluh darah, serta meningkatkan pasokan oksigen ke seluruh tubuh. Ini mendukung kesehatan jantung dan mempercepat proses penyembuhan.
- c) Dapat mengurangi rasa nyeri, berendam dalam air hangat atau menggunakan kompres air dapat membantu mengurangi rasa sakit dan ketidaknyamanan, terutama pada kondisi seperti arthritis atau cedera otot.

- d) Terapi air dapat menciptakan suasana yang tenang dan santai, membantu meredakan stres, dan meningkatkan kualitas tidur.
- e) Dapat meredakan stres dan kecemasan yaitu melibatkan tubuh dalam air dapat menciptakan efek relaksasi psikologis, membantu mengurangi tingkat stres dan kecemasan

2.2.4 Prosedur Terapi Rendam Kaki Air Hangat

Terapi rendam kaki air hangat dapat dilakukan dua kali sehari dalam satu minggu, dilakukan dengan merendam kaki pada air bersuhu 37–40°C yang diukur menggunakan termometer. Sebelum memulai sesi terapi rendam kaki air hangat, pastikan bahwa orang tersebut tidak memiliki kondisi medis yang dapat menjadi kontraindikasi, edema, seperti trauma atau inflamasi akut, jaringan parut luas, serta masalah sirkulasi yang serius. Pemilihan tempat juga harus diperhatikan, yaitu lokasi yang aman dan nyaman, misalnya bak atau baskom berukuran cukup besar untuk menampung air serta cukup rendah agar kaki dapat terendam dengan baik (Herawan et al., 2023). Berikut adalah prosedur terapi rendam kaki air hangat menurut Maryama (2021):

Persiapan alat dan bahan:

- a) Thermometer air
- b) Handuk
- c) Baskom atau ember
- d) Wadah air atau termos berisi air panas

Prosedur terapi rendam kaki air hangat:

1. Menjelaskan prosedur terapi kepada pasien sebelum dilakukan.

2. Meminta pasien duduk dengan posisi kaki menggantung.
3. Mengisi baskom atau ember dengan campuran air panas dan air dingin hingga setengah penuh, kemudian mengukur suhu air ($37\text{--}38^{\circ}\text{C}$) dengan termometer.
4. Jika kaki pasien tampak kotor, maka cuci kaki terlebih dahulu.
5. Merendam kaki hingga 10–15 cm di atas mata kaki selama 15 menit.
6. Menutup baskom atau ember dengan handuk agar suhu tetap stabil.
7. Melakukan pengecekan berkala setiap 5 menit sekali pada suhu air hangat dan bila suhu turun tambahkan air hangat hingga suhu kembali ke suhu awal dengan jumlah air tetap sebatas mata kaki (kaki diangkat).
8. Setelah selesai, angkat kaki dan keringkan menggunakan handuk
9. Merapikan alat.

Kestabilan suhu air selama prosedur terapi rendam kaki air hangat merupakan faktor penting yang menentukan efektivitas terapi. Suhu air yang terlalu rendah akan mengurangi efek vasodilatasi, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menimbulkan risiko luka bakar pada pasien, khususnya pasien diabetes yang memiliki gangguan sensibilitas (Kurnia & Fitri, 2023). Menurut Kurnia dan Fitri (2023) suhu air perlu dipertahankan pada rentang $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$ dengan memperhatikan beberapa faktor yang dapat mempengaruhinya, meliputi:

1. Suhu lingkungan, ruangan yang dingin atau ber-AC dapat mempercepat penurunan suhu air, sedangkan ruangan hangat lebih mampu mempertahankannya. Pada musim dingin atau cuaca yang lebih sejuk, penurunan suhu air akan terjadi lebih cepat sehingga diperlukan upaya tambahan untuk menjaga kestabilan suhu.

2. Konduksi panas ke kulit, selama perendaman panas berpindah dari air ke kaki responden sehingga secara bertahap menyebabkan suhu air menurun.
3. Konveksi udara, permukaan air yang terbuka akan kehilangan panas ke udara sekitar melalui mekanisme konveksi.
4. Evaporasi, penguapan dari permukaan air berkontribusi terhadap hilangnya panas, sehingga suhu air semakin menurun seiring waktu.
5. Waktu perendaman, semakin lama durasi perendaman maka semakin besar penurunan suhu air yang terjadi.
6. Volume air, volume air yang kecil lebih cepat kehilangan panas, sedangkan volume yang lebih besar lebih stabil dalam mempertahankan suhu.
7. Jenis wadah, wadah berbahan logam lebih cepat menghantarkan panas ke lingkungan dibandingkan wadah berbahan plastik atau keramik.
8. Penutup wadah, baskom atau ember yang ditutup menggunakan handuk atau kain dapat mengurangi kehilangan panas sehingga suhu air lebih lama bertahan.

2.2.5 Pengaruh Terapi Rendam Kaki Air hangat Terhadap Sirkulasi darah perifer

Terapi rendam kaki air hangat terbukti efektif dalam meningkatkan sirkulasi darah perifer pada pasien diabetes melitus. Pada penderita diabetes, aliran darah ke kaki sering terganggu karena penyempitan pembuluh darah akibat aterosklerosis. Saat kaki direndam dalam air hangat, panas dari air ditransfer ke tubuh melalui telapak kaki sehingga merangsang pelebaran pembuluh darah (vasodilatasi). Proses ini menurunkan hambatan aliran darah dan meningkatkan sirkulasi ke jaringan kaki,

sehingga berdampak pada peningkatan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) sebagai indikator perbaikan sirkulasi darah perifer (Khasanah, 2018).

Air hangat juga memberikan stimulasi pada saraf di kaki, termasuk saraf plexus venosus dan titik akupunktur. Stimulasi ini diteruskan ke otak dan memengaruhi kerja baroreseptor yang bertugas mengatur denyut jantung dan tekanan darah. Efeknya adalah tubuh menjadi lebih rileks, aliran darah meningkat, dan gejala seperti nyeri, kesemutan, atau rasa tebal di kaki berkurang. Dengan aliran darah yang lebih lancar, jaringan mendapatkan oksigen dan nutrisi yang cukup, sehingga risiko penyakit arteri perifer bisa ditekan (Khasanah, 2018).

Penelitian (Mawarti, 2015) menunjukkan bahwa pasien diabetes yang menjalani terapi rendam kaki air hangat mengalami peningkatan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) dari 0,8010 menjadi 0,8830. Dibandingkan dengan kelompok yang hanya diberi senam kaki, kelompok yang juga mendapat terapi rendam air hangat menunjukkan hasil yang jauh lebih baik. Dengan demikian, terapi ini layak dijadikan perawatan tambahan untuk membantu menjaga kesehatan kaki dan mencegah komplikasi pada pasien diabetes.

2.3 Konsep *Active Lower Range of Motion*

2.3.1 Definisi *Active Lower Range of Motion*

Range of Motion (ROM) merupakan kemampuan pergerakan maksimal yang dapat dilakukan oleh sendi dengan tujuan mempertahankan fleksibilitas serta menjaga mobilitas. Latihan ROM memiliki peran penting dalam memelihara fungsi sendi sekaligus mencegah terjadinya kekakuan, terutama pada individu yang

berisiko mengalami gangguan mobilitas (Uda et al., 2017). Salah satu bentuk latihan ROM adalah *Active Lower Range of Motion*, yaitu latihan fisik yang dilakukan secara aktif dan mandiri oleh individu tanpa bantuan orang lain maupun alat, khususnya pada bagian ekstremitas bawah. Latihan ini dilakukan dengan gerakan penuh sehingga dapat memobilisasi sendi, menjaga kelenturan, serta memperbaiki sirkulasi darah di daerah perifer (Wijaya & WOC, 2018).

Latihan ROM aktif melibatkan kontraksi otot yang mampu menstimulasi aliran darah, meningkatkan kekuatan otot, serta mencegah komplikasi seperti kontraktur, atrofi otot, dan gangguan vaskular. Pada pasien diabetes melitus, latihan ini berperan penting dalam menjaga sirkulasi darah perifer serta dapat meningkatkan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI), yaitu parameter yang digunakan untuk menilai kelancaran aliran darah ke ekstremitas bawah. Mekanisme kerja dari latihan ini dimulai dari kontraksi otot yang memicu vasodilatasi pada arteri dan meningkatkan aliran balik vena, sehingga memperbaiki perfusi jaringan. Peningkatan sirkulasi ini turut mencegah risiko terjadinya penyakit arteri perifer dan komplikasi kaki lainnya yang sering dialami oleh penderita diabetes melitus (Lestari et al., 2021).

2.3.2 Manfaat *Active Lower Range of Motion*

Menurut Lepesis (2023), manfaat latihan ROM kaki adalah sebagai berikut:

- a) Latihan ROM kaki secara rutin dapat memperlancar sirkulasi darah sehingga penyaluran nutrisi ke jaringan menjadi lebih optimal.
- b) Mencegah terjadinya kelainan bentuk kaki (deformitas).
- c) Membantu memperkuat otot-otot kecil.

- d) Meningkatkan kekuatan otot ekstremitas bawah.
- e) Menjaga pergerakan sendi.
- f) Meningkatkan fleksibilitas sendi.

2.3.3 Indikasi dan Kontraindikasi *Active Lower Range of Motion*

Menurut Djamaludin (2019), indikasi dilakukannya ROM kaki adalah sebagai berikut:

- a) Penderita diabetes melitus (tipe I dan tipe II). Dianjurkan melakukan ROM kaki kepada semua penderita diabetes melitus, termasuk pasien yang baru terdiagnosa diabetes melitus sebagai bentuk upaya pencegahan dini terjadinya komplikasi.
- b) Pasien diabetes melitus yang mengalami neuropati.
- c) Penderita luka dan ulkus diabetes.

Menurut Djamaludin (2019) kontraindikasi dilakukannya ROM kaki adalah sebagai berikut:

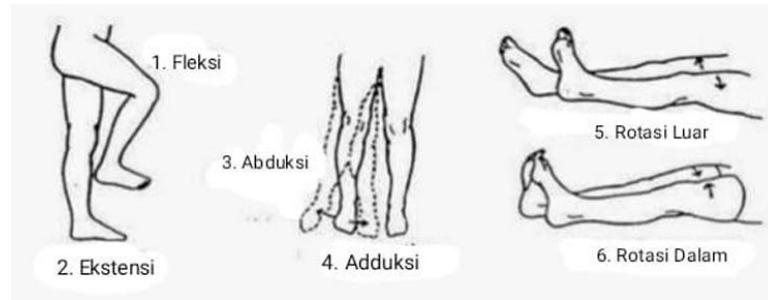
- a) Pasien yang menunjukkan perubahan pada fungsi fisiologis, misalnya nyeri dada atau sesak.
- b) Pasien dengan gangguan psikologis, seperti depresi atau kecemasan.
- c) Pasien yang sedang mengalami hipoglikemia

2.3.4 Prosedur *Active Lower Range of Motion*

Menurut (Putri, 2024), cara melakukan ROM kaki adalah sebagai berikut:

A. Gerakan Tungkai

Gerakan tungkai dilakukan dalam posisi berdiri, jika pasien tidak mampu berdiri satu kaki tanpa pegangan, maka diperbolehkan menggunakan kursi.

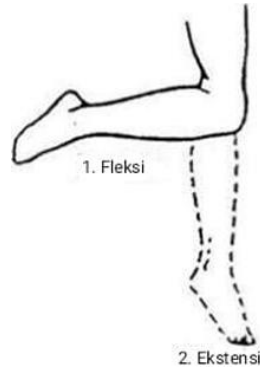


Gambar 2.2 Prosedur *Active Lower Range of Motion* Gerakan Tungkai (Putri, 2024)

1. Fleksi: menggerakkan tungkai ke depan dan ke atas dengan sudut 90–120° selama 10 hitungan.
2. Ekstensi: mengembalikan tungkai ke samping tungkai lainnya dengan sudut 90–120° selama 10 hitungan.
3. Abduksi: menggerakkan tungkai ke samping menjauhi tubuh dengan sudut 30–50° selama 10 hitungan.
4. Adduksi: mengembalikan tungkai ke posisi semula atau menyilang jika memungkinkan, dengan sudut 30–50° selama 10 hitungan.
5. Rotasi luar: memutar kaki dan tungkai menjauhi tungkai lainnya dengan sudut 90° selama 10 hitungan.
6. Rotasi dalam: memutar kaki dan tungkai ke arah tungkai lainnya dengan sudut 90° selama 10 hitungan.

B. Gerakan Lutut

Gerakan lutut dilakukan dalam posisi berdiri, jika pasien tidak mampu berdiri satu kaki tanpa pegangan, maka diperbolehkan menggunakan kursi sebagai pegangan.



Gambar 2.3 Prosedur *Active Lower Range of Motion* Gerakan Lutut (Putri, 2024)

1. Fleksi: menggerakkan tumit ke arah belakang paha dengan sudut 120–130° selama 10 hitungan.
2. Ekstensi: mengembalikan tungkai ke lantai dengan sudut 120–130° selama 10 hitungan.

C. Gerakan Mata Kaki

Gerakan mata kaki dilakukan dalam posisi duduk.

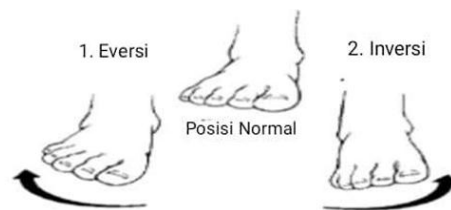


Gambar 2.4 Prosedur *Active Lower Range of Motion* Gerakan Mata Kaki (Putri, 2024)

1. Dorsofleksi: menggerakkan kaki sehingga jari-jemari menekuk ke atas dengan sudut $20\text{--}30^\circ$ selama 10 hitungan.
2. Plantarfleksi: menggerakkan kaki sehingga jari-jemari menekuk ke bawah dengan sudut $45\text{--}50^\circ$ selama 10 hitungan.

D. Gerakan Pergelangan Kaki

Gerakan pergelangan kaki dilakukan dalam posisi duduk.

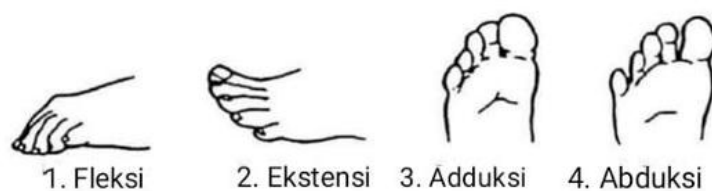


Gambar 2.5 Prosedur *Active Lower Range of Motion* Gerakan Pergelangan Kaki (Putri, 2024)

1. Eversi: memutar telapak kaki ke arah luar dengan sudut 10° selama 10 hitungan.
2. Inversi: memutar telapak kaki ke arah dalam dengan sudut 10° selama 10 hitungan.

E. Gerakan Jari-Jari Kaki

Gerakan jari kaki dilakukan dalam posisi duduk.



Gambar 2.6 Prosedur *Active Lower Range of Motion* Gerakan Jari-Jari Kaki (Putri, 2024)

1. Fleksi: menekuk jari-jemari kaki ke bawah dengan sudut $30\text{--}60^\circ$ selama 10 hitungan.

2. Ekstensi: meluruskan jari-jemari kaki dengan sudut 30–60° selama 10 hitungan.
3. Adduksi: merapatkan jari-jemari kaki selama 10 hitungan.
4. Abduksi: menggerakkan jari-jemari kaki menjauh satu sama lain dengan sudut 15° selama 10 hitungan.

2.3.5 Pengaruh *Active Lower Range of Motion* terhadap Sirkulasi darah perifer

Latihan *Active Lower Range of Motion* (ROM) merupakan suatu aktivitas fisik yang melibatkan gerakan aktif pada sendi ekstremitas bawah tanpa bantuan alat atau orang lain. Latihan ini memiliki bertujuan untuk mempertahankan fleksibilitas sendi, meningkatkan kekuatan otot, dan memperlancar sirkulasi darah perifer, terutama pada pasien dengan risiko gangguan vaskular seperti penderita diabetes melitus (Lailasari et al., 2022).

Secara fisiologis, mekanisme kerja latihan ROM aktif melibatkan kontraksi otot yang merangsang vasodilatasi arteri dan meningkatkan aliran balik vena. Saat otot berkontraksi, terjadi peningkatan metabolisme lokal yang kemudian merangsang pelepasan zat vasodilator seperti prostaglandin dan nitrit oksida (NO) yang menyebabkan pelebaran pembuluh darah. Proses pelebaran ini meningkatkan aliran darah ke jaringan perifer, terutama ke ekstremitas bawah seperti kaki pada pasien diabetes sering mengalami gangguan perfusi akibat komplikasi makrovaskular dan neuropati (Monika, 2020).

Peningkatan aliran darah lokal ini disebut dengan hiperemia aktif, yaitu kondisi ketika jaringan yang sedang beraktivitas mengalami peningkatan kebutuhan

oksigen dan nutrisi. Hal ini menyebabkan sirkulasi meningkat ke daerah tersebut untuk memenuhi kebutuhan metabolik jaringan. Dengan meningkatnya sirkulasi darah ke kaki, maka akan terjadi perbaikan perfusi jaringan yang tercermin dari peningkatan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) (Monika, 2020).

Penelitian oleh Alisa dan Andika (2022) menunjukkan bahwa pemberian latihan *Active Lower ROM* selama enam hari secara rutin dapat meningkatkan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) secara signifikan pada pasien diabetes melitus tipe 2. Rata-rata nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) meningkat dari 0,67 menjadi 0,99 yang menandakan adanya pengaruh signifikan terhadap sirkulasi darah perifer. Hasil serupa juga ditemukan Yuliantini (2023) di RSD Mangusada Badung yang menunjukkan bahwa 90,3% pasien mencapai nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) normal setelah diberikan latihan *Active Lower ROM*, dengan nilai $p = 0,025$. Intervensi ini terbukti meningkatkan kekuatan otot, memperbaiki refleks tendon dan sensasi proteksi, serta memperlancar aliran darah ke ekstremitas bawah, sehingga bermanfaat untuk mencegah gangguan sirkulasi perifer, termasuk penyakit arteri perifer pada pasien diabetes melitus.

2.4 Konsep *Ankle Brachial Index*

2.4.1 Definisi *Ankle Brachial Index*

Ankle Brachial Index (ABI) merupakan pemeriksaan skrining vaskular non-invasif yang bertujuan mendeteksi penyakit arteri perifer (PAP). Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara membandingkan tekanan darah sistolik pada pergelangan kaki (tibialis posterior dan arteri dorsalis pedis) dengan tekanan darah sistolik pada lengan. *American Diabetes Association* (ADA) merekomendasikan *Ankle Brachial*

Index (ABI) sebagai metode evaluasi kondisi vaskular pada tungkai (Nadrati & Supriatna, 2021).

Ankle Brachial Index (ABI) dikatakan normal apabila tekanan darah di kaki sebanding dengan tekanan darah di lengan, menunjukkan aliran darah ke perifer, termasuk kaki, berjalan baik. *Ankle Brachial Index* (ABI) mencerminkan kondisi vaskularisasi di ekstremitas bawah dan bertujuan untuk menilai adanya tanda iskemia atau penurunan sirkulasi jaringan perifer yang berpotensi menimbulkan angiopati maupun neuropati diabetik. Semakin rendah nilai ABI ($<0,9$), semakin buruk kondisi vaskularisasi ekstremitas bawah (Simanjuntak et al., 2020).

2.4.2 Fisiologi *Ankle Brachial Index*

Menurut Hijriana (2023), tekanan darah sistolik di kaki biasanya 10 hingga 40 mm Hg lebih tinggi dibandingkan di arteri brakialis, namun tekanan darah diastoliknya sama. Gelombang tekanan darah semakin kuat seiring dengan jarak dari jantung, sehingga terjadi peningkatan tekanan sistolik secara bertahap dan penurunan tekanan diastolik. Pada ekstremitas bawah, proses remodeling pembuluh darah menyebabkan peningkatan tekanan intraluminal yang ditandai dengan penebalan dinding pembuluh tanpa perubahan diameter lumen. Penebalan ini terjadi akibat peningkatan tekanan hidrostatik saat ekstremitas bawah menahan beban tubuh, misalnya saat berdiri atau berjalan.

2.4.3 Faktor yang mempengaruhi *Ankle Brachial Index*

Terdapat sejumlah faktor yang memengaruhi nilai *Ankle Brachial Index* (ABI), yaitu:

a) Kadar glukosa darah

Kadar glukosa darah yang tinggi mempunyai dampak negatif yang luas tidak hanya terhadap metabolisme karbohidrat, tetapi juga pada metabolisme protein dan lemak. Kondisi ini dapat memicu aterosklerosis, terutama pada jaringan perifer di tungkai (Pratiwi, 2018).

b) Terapi insulin

Dengan pengendalian kadar glukosa yang baik, penderita diabetes melitus dapat mencegah terjadinya hiperglikemia. Jika hiperglikemia berlangsung terus-menerus, kondisi ini dapat mengganggu aliran darah, terutama pada bagian kaki (Pratiwi, 2018).

c) Terapi diet

Penerapan diet sesuai prinsip penatalaksanaan diabetes melitus dapat membantu menjaga kadar glukosa tetap terkendali, sehingga mencegah hiperglikemia. Kondisi hiperglikemia dapat merusak fungsi endotel pembuluh darah dan mengganggu sirkulasi. Tingginya glukosa umumnya dipengaruhi oleh asupan energi berlebih dari makanan (Pratiwi, 2018).

d) Aktivitas fisik

Olahraga berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah sekaligus mengurangi risiko kardiovaskular. Aktivitas fisik membantu otot menyerap glukosa lebih efektif, meningkatkan pemanfaatan insulin, serta memperbaiki sirkulasi darah dan tonus otot (Pratiwi, 2018).

e) Jenis kelamin

Secara umum, laki-laki memiliki risiko aterosklerosis koroner lebih tinggi dibandingkan perempuan. Perempuan cenderung terlindungi hingga memasuki

masa menopause. Namun, pada usia 60–70 tahun, prevalensi pada kedua jenis kelamin relatif sama. Setelah pubertas, laki-laki umumnya memiliki tekanan darah lebih tinggi, sedangkan setelah menopause, perempuan lebih berisiko mengalami tekanan darah tinggi dibandingkan dengan laki-laki seusianya (Rahmawati et al., 2023).

f) Usia

Kerentanan terhadap aterosklerosis koroner meningkat seiring pertambahan usia. Pada penderita diabetes melitus tipe II, kondisi ini sering muncul pada usia di atas 30 tahun, khususnya antara 40–60 tahun, akibat resistensi insulin yang berpengaruh pada tekanan darah. Seiring pertambahan usia, kadar insulin pada perempuan cenderung meningkat, sedangkan pada laki-laki menurun. Resistensi insulin tersebut dapat menimbulkan dislipidemia yang mempercepat terjadinya aterosklerosis serta mengganggu aliran dan tekanan darah (Rahmawati et al., 2023).

g) Penyakit penyerta

Adanya kondisi penyerta, seperti dislipidemia, penyakit jantung koroner, maupun nefropati diabetik, dapat memperburuk kesehatan vaskular penderita diabetes. Penyakit-penyakit ini menyebabkan kerusakan pembuluh darah, menurunkan elastisitas arteri, serta menghambat aliran darah ke ekstremitas bawah (Rahmawati et al., 2023). Selain itu, hipertensi menyebabkan peningkatan kekakuan pembuluh darah, kerusakan endotel, dan penurunan elastisitas arteri yang berkontribusi terhadap rendahnya nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) serta terhambatnya aliran darah ke ekstremitas bawah (Sari & Sofiani, 2019)

h) Lama menderita diabetes melitus

Durasi menderita diabetes melitus tipe 2 turut memengaruhi timbulnya komplikasi. Walaupun mekanisme pasti dari setiap komplikasi masih diteliti, kadar glukosa darah tinggi diduga berperan dalam terjadinya neuropati, komplikasi mikrovaskular, maupun makrovaskular. Komplikasi jangka panjang biasanya muncul pada pasien yang telah menderita diabetes selama 5–10 tahun dengan glukosa darah tidak terkontrol, yakni kadar gula sewaktu ≥ 200 mg/dL dan gula darah puasa ≥ 126 mg/dL (Said et al., 2021).

i) Riwayat merokok

Kebiasaan merokok berdampak buruk terhadap tekanan darah dan fungsi jantung. Zat berbahaya dalam rokok dapat menumpuk di pembuluh darah, menimbulkan arteriosklerosis, serta menghambat aliran darah. Nikotin di dalamnya mempersempit pembuluh darah, meningkatkan denyut jantung, mengeraskan dinding arteri, serta memicu pembentukan trombus. Kondisi tersebut dapat mengurangi suplai darah ke jaringan perifer (Desyati et al., 2022)

2.4.4 Indikasi dan Kontraindikasi Pengukuran *Ankle Brachial Index*

Menurut *Journal of Wound Ostomy and Continence Nursing* (2017), pemeriksaan *Ankle Brachial Index* (ABI) dianjurkan pada kondisi sebagai berikut:

a) Diabetes Melitus

b) Nyeri, meliputi:

1. Klaudikasio intermittent, yaitu nyeri pada tungkai bawah akibat aliran darah yang tidak memadai ke otot, muncul saat beraktivitas dan berkurang ketika istirahat.

2. Nyeri nokturnal, yaitu nyeri pada kaki yang muncul ketika berbaring di tempat tidur.
 3. Nyeri saat istirahat, yaitu nyeri yang timbul tanpa aktivitas, terutama ketika posisi kaki digantung.
 4. Ulkus yang menimbulkan nyeri.
 5. Nyeri akibat kondisi lain seperti artritis.
- c) Edema tungkai bawah, termasuk akibat limfedema maupun obesitas.
- d) Nadi dorsalis pedis atau tibialis posterior tidak teraba, sehingga diperlukan pemeriksaan dengan doppler.
- e) Selulitis, infeksi pada kulit beserta jaringan lunak di bawahnya yang umumnya bermula dari adanya luka atau ulkus.
- f) Riwayat trauma atau tindakan operasi pada ekstremitas bawah.
- g) Riwayat ulkus kaki atau adanya perubahan integritas kulit.
- h) Riwayat konsumsi tembakau, kafein, atau alkohol.
- i) Tanda insufisiensi vena kronis yang ditemukan secara konsisten, seperti:
1. Atrofi jaringan subkutan, penyusutan atau penipisan jaringan lemak bawah kulit.
 2. Kulit menjadi mengeras, bersisik, atau menebal (lipodermatosclerosis).
 3. Perubahan warna cokelat pada tungkai akibat penumpukan zat besi (hemosiderin), tampak seperti bercak cokelat menyerupai kaus kaki.
 4. Edema berotot
- j) Tanda insufisiensi arteri yang ditemukan secara konsisten, meliputi:
1. Hilangnya rambut di kaki
 2. Kulit menipis, tampak mengkilap, dan kencang.

3. Sianosis atau pucat ketika tungkai dielevasi.
4. Warna kemerahan saat tungkai diturunkan (*dependent rubor*).
5. Parestesia, yaitu sensasi kesemutan atau gangguan rasa lain.
6. Perubahan suhu kulit (kaki atau jari terasa dingin).
7. Nadi pada tungkai bawah melemah atau menghilang.

k) Hipertensi

l) Demensia

Menurut *Journal of Wound Ostomy and Continence Nursing* (2017), pemeriksaan *Ankle Brachial Index* (ABI) tidak dianjurkan pada kondisi berikut:

- a) Nyeri hebat pada tungkai.
- b) Trombosis vena, karena dapat memicu *dislodgement* dari trombosis. Pada kondisi ini, pemeriksaan yang lebih tepat adalah USG dupleks.
- c) Nyeri berat yang disertai luka pada ekstremitas bawah.
- d) Pasien dengan AV shunt (*Brescia-Cimino*).

2.4.5 Prosedur Pengukuran *Ankle Brachial Index*

Prosedur pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI) berdasarkan Hijriana (2023) yaitu:

a) Persiapan alat Peralatan

Yang perlu dipersiapkan sebelum dilakukan pemeriksaan *Ankle Brachial Index* (ABI) antara lain:

1. Doppler vaskular
2. Sphigmomanometer aneroid
3. Stetoskop

4. USG transmisi gel

b) Persiapan Pasien dan Lingkungan

Yang harus diperhatikan sebelum melakukan pemeriksaan *Ankle Brachial Index* (ABI), antara lain:

1. Tanyakan kepada pasien riwayat terakhir merokok, mengkonsumsi alkohol, kafein, aktivitas berat, dan adanya nyeri.
2. Melakukan pemeriksaan di tempat yang tenang dan hangat guna mencegah terjadinya vasokonstriksi arteri.
3. Pemeriksaan *Ankle Brachial Index* (ABI) paling baik dilakukan ketika pasien dalam kondisi rileks, nyaman, dan kandung kemih sudah dikosongkan.
4. Menjelaskan prosedur pemeriksaan kepada pasien.
5. Melepaskan kaus kaki, sepatu, dan pakaian ketat agar manset dapat dipasang dengan tepat.

c) Pengukuran Tekanan Brakhialis dengan Dopler

Prosedur dalam melakukan pengukuran tekanan brakhialis dengan doppler yaitu sebagai berikut:

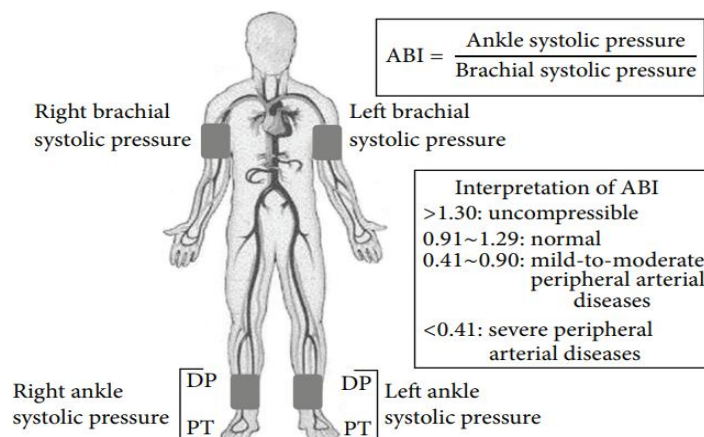
1. Lakukan palpasi nadi brakhialis,
2. Oleskan transmisi gel pada denyut nadi yang teraba keras.
3. Meletakkan ujung probe doppler pada sudut 45° mengarah ke kepala pasien hingga terdengar denyut nadi, kemudian memompa manset 20-30 mmHg di atas titik hilangnya suara nadi.
4. Membersihkan sisa gel.
5. Mengulangi prosedur pada lengan yang lain.

6. Jika diperlukan pengulangan, tunggu 1 menit sebelum manset dipompa kembali.

d) Pengukuran Tekanan Ankle dengan Doppler

Prosedur dalam melakukan pengukuran tekanan ankle dengan Doppler antara lain sebagai berikut:

1. Tempatkan manset pada tungkai bawah pasien dengan bagian bawah manset sekitar 2-3 cm dibawah malleolus.
2. Ukur denyut nadi dorsalis pedis dan nadi tibialis posterior.
3. Tentukan denyut nadi dengan doppler.
4. Oleskan gel pada diatas denyut nadi yang teraba keras.
5. Meletakkan ujung probe doppler pada sudut 45° mengarah ke lutut pasien hingga terdengar denyut nadi.
6. Memompa manset hingga mencapai 20-30 mmHg di atas titik hilangnya suara nadi.
7. Mengulangi prosedur pada kaki yang lain.
8. Jika diperlukan pengulangan, tunggu 1 menit sebelum manset kembali dipompa.



Gambar 2.7 Prosedur Pengukuran *Ankle Brachial Index* (ABI) (Engkartini, 2023)

2.4.6 Kalkulasi *Ankle Brachial Index*

Pengukuran nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) dilakukan dengan menggunakan tekanan darah sistolik brakialis tertinggi (baik pada lengan kanan maupun kiri) serta tekanan darah sistolik ankle (pada kaki kanan dan kiri). Perhitungan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) dilakukan dengan cara membagi tekanan darah sistolik ankle kanan maupun kiri dengan tekanan darah sistolik brakialis tertinggi (Simanjuntak et al., 2020). Berikut rumus perhitungan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI):

$$\text{ABI} = \frac{\text{Tekanan sistolik ankle tertinggi (mmHg)}}{\text{Tekanan sistolik brachial tertinggi (mmHg)}}$$

2.4.7 Interpretasi *Ankle Brachial Index*

Interpretasi hasil perhitungan *Ankle Brachial Index* (ABI) menurut *Journal of Wound Ostomy and Continence Nursing* (2017) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 2 Interpretasi Nilai *Ankle Brachial Index* (ABI)

Nilai ABI	Interpretasi
>1,3	Nilai abnormal, akibat adanya kalsifikasi (pengerasan dinding pembuluh darah)
≥ 0,9 -1,3	Batas normal
≤ 0,6 – 0,8	<i>Borderline Perfusion</i> / perbatasan perfusi
≤ 0,5	Iskemia arteri berat, penyembuhan luka sulit terjadi kecuali dilakukan revaskularisasi
≤ 0,4	Iskemia arteri kritis, mengancam ekstremitas

Ankle Brachial Index (ABI) adalah perbandingan antara tekanan darah sistolik yang diukur pada arteri tibialis posterior atau dorsalis pedis di pergelangan kaki dengan tekanan darah sistolik pada arteri brakialis di lengan, saat pasien berada pada posisi berbaring telentang. Pemeriksaan *Ankle Brachial Index* (ABI) memiliki

tingkat sensitivitas, spesifisitas, serta akurasi yang tinggi dalam membantu menegakkan diagnosis. Pemeriksaan ini banyak digunakan untuk mendeteksi adanya diabetes tipe 2 yang disertai tanda iskemia pada daerah perifer. Rentang nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) normal berada pada kisaran 0,90-1,3. Apabila terdapat perbedaan tekanan arteri brakialis sebesar 15-20 mmHg, hal ini dapat mengindikasikan adanya stenosis subklavia. Sementara itu, perbedaan tekanan sebesar 20-30 mmHg pada pergelangan kaki menunjukkan kemungkinan adanya penyakit obstruktif (*Journal of Wound Ostomy & Continence Nursing*, 2017).

2.5 Kombinasi Terapi Rendam Kaki Air Hangat dan *Active Lower Range of Motion*

Kombinasi terapi rendam kaki air hangat dan latihan *Active Lower Range of Motion* (ROM) merupakan intervensi non-farmakologis yang menggabungkan efek fisiologis dari hidroterapi dengan latihan fisik aktif untuk meningkatkan sirkulasi darah perifer pada pasien diabetes melitus. Kedua intervensi ini memiliki mekanisme yang saling melengkapi dalam meningkatkan perfusi jaringan dan memperbaiki nilai *Ankle Brachial Index* (ABI).

Rendam kaki air hangat bekerja melalui mekanisme vasodilatasi akibat peningkatan suhu lokal yang merangsang pelebaran pembuluh darah kapiler. Hal ini meningkatkan aliran darah, menurunkan viskositas, serta mempercepat pertukaran oksigen dan nutrisi ke jaringan perifer (Maryama et al., 2021). Sementara itu, latihan *Active Lower Range of Motion* meningkatkan aktivitas otot melalui kontraksi ritmis yang memicu peningkatan metabolisme lokal, memperkuat

otot tungkai, serta memperlancar aliran balik vena (Lestari et al., 2021). Kombinasi keduanya dapat menghasilkan efek sinergis dalam memperbaiki sirkulasi darah.

Secara fisiologis, urutan terapi rendam kaki air hangat diikuti latihan *Active Lower ROM* memberikan efek optimal. Perendaman air hangat terlebih dahulu berfungsi sebagai pemanasan pasif yang menyiapkan otot dan sendi untuk aktivitas fisik, mengurangi kekakuan, serta meningkatkan elastisitas jaringan. Setelah itu, latihan *Active Lower ROM* dilakukan untuk mengaktifkan pompa otot dan memperkuat efek vasodilatasi yang telah terbentuk sebelumnya. Proses ini menyebabkan peningkatan aliran darah arteri dan vena, serta memperbaiki perfusi jaringan perifer secara lebih efektif dibandingkan bila terapi dilakukan secara tunggal (Yuliantini et al., 2023). Kombinasi terapi ini dapat menurunkan risiko gangguan sirkulasi perifer dan komplikasi kaki diabetik. Dengan demikian, penerapan kombinasi kedua terapi dapat menjadi alternatif intervensi sederhana, aman, dan efektif bagi perawat dalam meningkatkan perfusi jaringan ekstremitas bawah pada pasien diabetes melitus.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan peneliti untuk melakukan penelitian agar memperbanyak teori dalam menguji penelitian yang dilakukan. Dibawah ini merupakan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti yang ditujukan pada tabel berikut:

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Judul, Authors, dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Pengaruh Rendam Kaki Air Hangat terhadap <i>Ankle Brachial Index</i> pada Pasien Diabetes Melitus Nyimas Maryama, Rumentalia Sulistini, Ridwan Ikob (2021)	Desain: pre eksperimental dengan model <i>one group pretest-posttest design</i> Sampel: 20 responden (<i>purposive dampling</i>) Lokasi penelitian: RS Muhammadiyah Palembang Variabel: Rendam air hangat (independen) dan Nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (dependen) Intervensi: Rendam kaki dengan air hangat Lama intervensi: 1 kali rendam air hangat Analisis: analisa Univariat dan Bivariat uji <i>Wilcoxon</i>	1. Rata-rata penderita diabetes berusia 50 tahun. Responden berjenis kelamin perempuan sebanyak 15 orang (75%) dan laki-laki sebanyak 5 orang (25%). Peneliti berpendapat bahwa perempuan lebih banyak menderita diabetes melitus dibandingkan laki-laki, karena perubahan keseimbangan hormon saat menopause dapat menyebabkan kadar glukosa darah menjadi tidak terkontrol. 2. Berdasarkan hasil uji <i>Wilcoxon</i> , setelah dilakukan rendam kaki air hangat terjadi peningkatan rata-rata <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) sebesar 0,281 dengan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat pengaruh signifikan rendam kaki air hangat terhadap perubahan nilai ABI pada klien diabetes melitus.
2	Pengaruh Rendam Air Hangat pada Kaki terhadap Nilai <i>Ankle Brachial Indeks</i> (ABI) pada Pasien Diabetes Melitus Khotimah, Herin Mawarti. (2021)	Desain: <i>Quasi-experimental (pre-test post-test control group design)</i> Sampel: 20 responden (<i>simple random sampling</i>) Lokasi penelitian: Desa Mayangan, Jombang. Variabel: Rendam air hangat (independen) dan Nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (dependen) Intervensi: 10 responden kelompok kontrol (senam kaki), 10 responden kelompok perlakuan (senam kaki dilanjutkan dengan pemberian rendam air hangat pada kedua kaki)	1. Nilai <i>post-test</i> senam kaki dan rendam air hangat pada kelompok perlakuan adalah 0,8830, sedangkan <i>post-test</i> senam kaki saja pada kelompok kontrol sebesar 0,8020. Hasil uji <i>T-test independent</i> menunjukkan $p\text{-value} = 0,005$, yang berarti terdapat perbedaan nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Baik uji <i>T-test paired</i> maupun <i>T-test independent</i> menunjukkan $p \leq 0,05$, sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan signifikan nilai ABI pada kedua kelompok. 2. Pemberian rendam kaki air hangat pada kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) antara sebelum dan sesudah intervensi dengan $p = 0,000$. Selain itu,

		Lama intervensi: 1 kali rendam air hangat Analisis: <i>paired t-test</i> dan <i>independent t-test</i>	terdapat perbedaan signifikan nilai ABI antara kelompok kontrol dan perlakuan dengan $p = 0,005$, yang berarti terapi rendam kaki air hangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai ABI pada penderita diabetes melitus. 3. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai efek jangka panjang rendam kaki air hangat pada penderita diabetes melitus, baik dari sisi manfaat maupun kemungkinan efek sampingnya, karena diabetes melitus merupakan penyakit kronis yang tidak dapat disembuhkan namun dapat dikontrol, sehingga penggunaan terapi dalam jangka panjang mungkin menimbulkan efek lain yang perlu dikaji lebih lanjut.
3	Penerapan Kombinasi Senam Kaki dan Rendam Air Hangat terhadap Kadar Glukosa Darah Pasien Diabetes Mellitus Epi Kurnia, Dwi Elka Fitri. (2023)	Desain: Deskriptif (pendekatan asuhan keperawatan) Sampel: 3 pasien Lokasi penelitian: Kelurahan Melebung, Kecamatan Tenayan Raya Variabel: Kombinasi senam kaki dan rendam air hangat (independen) dan kadar glukosa darah (dependen) Intervensi: senam kaki diabetes kemudian dilanjutkan rendam kaki dengan air hangat selama 10-15 menit Lama intervensi: 7 hari, 1x dalam sehari Analisis: Analisis deskriptif kasus (tabel pre/post); tidak memakai analisis inferensial kompleks	Pada penelitian ini terdapat perbedaan signifikan pada skala nyeri sebelum dan sesudah dilakukan terapi rendam air hangat kombinasi senam kaki diabetes. Kadar glukosa darah pasien juga mengalami penurunan, yaitu pada Ny. R dari 577 mg/dl menjadi 420 mg/dl, pada Ny. F dari 580 mg/dl menjadi 513 mg/dl, dan pada Ny. S dari 380 mg/dl menjadi 170 mg/dl setelah diberikan terapi. Hal ini menunjukkan bahwa terapi rendam air hangat kombinasi senam kaki diabetes dapat menurunkan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus.
4	Efektivitas <i>Buerger Allen exercise</i>	Desain: Quassy Eksperimen <i>pre-post</i>	1. Karakteristik responden: Mayoritas berusia >55 tahun (66,7%), berjenis kelamin

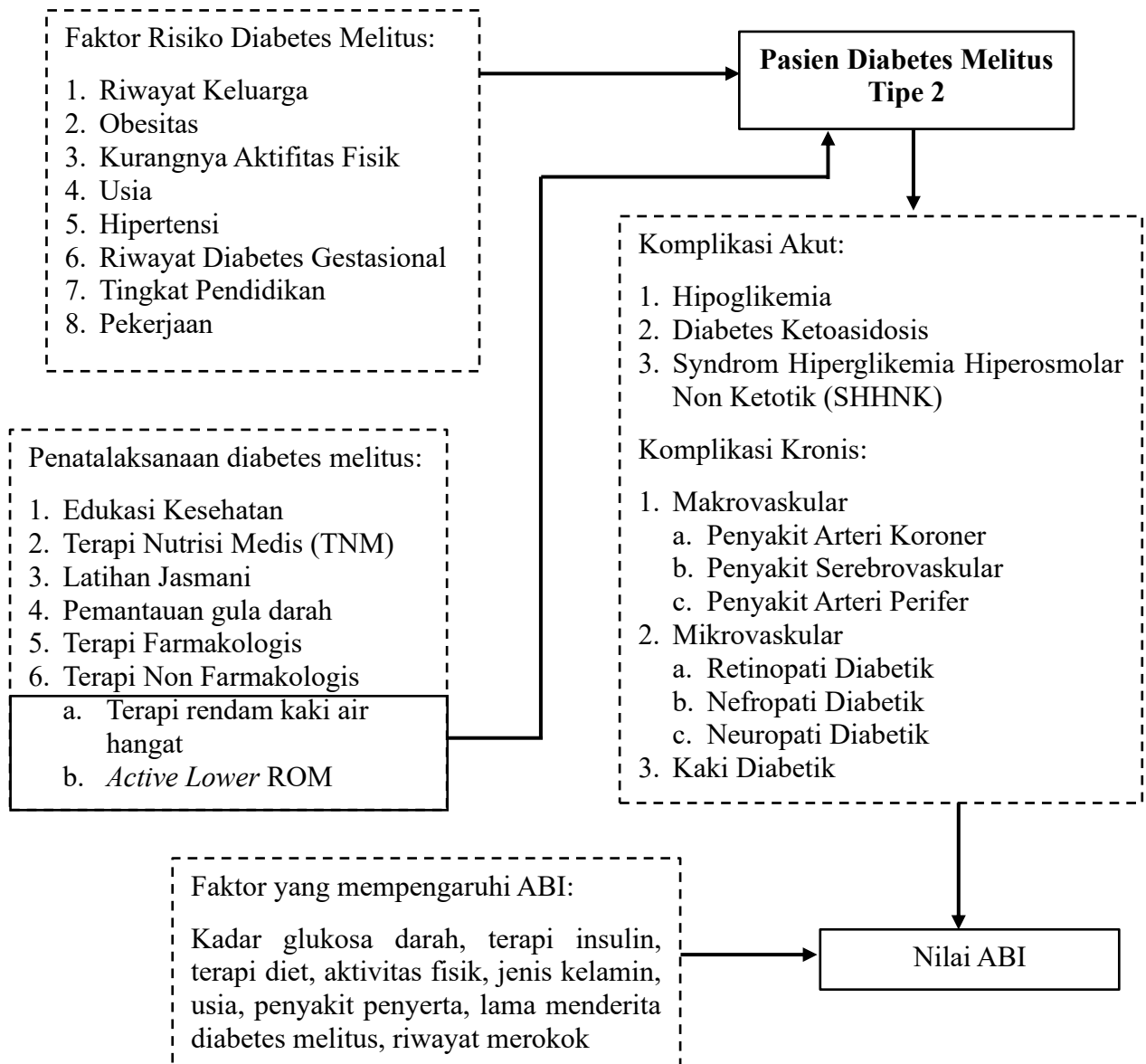
dibandingkan dengan Rendam Kaki Air Hangat terhadap Nilai <i>Ankle Brachial Index</i> dan Gula Darah pada Pasien Diabetes Mellitus	<i>test and between two groups.</i> Sampel: 54 responden (random dengan blok permutasi) Lokasi penelitian: Poli penyakit dalam Rumah Sakit Sumber Waras, Jakarta. Variabel: independen (<i>Buerger Allen exercise</i> dan Rendam Kaki Air Hangat), Dependen (Nilai <i>Ankle Brachial Index</i> dan Gula Darah) Intervensi: 27 responden <i>Buerger Allen exercise</i> dan 27 responden Rendam Kaki Air Hangat Lama intervensi: 5 hari, frekuensi 2x (pagi dan sore), dan tiap sesi 15-20 menit Analisis: analisis univariat dan bivariat; <i>Paired t-test</i> , <i>independent t-test</i> ; ANCOVA untuk mengontrol <i>confounders</i>	perempuan (61,1%), lama menderita DM ≤ 5 tahun (53,7%), tidak memiliki riwayat hipertensi (63,0%), dan tidak merokok (70,4%).
Donny Richard Mataputun, Dewi Prabawati, Dwi Hapsari Tjandrarini. (2020).		2. Perubahan nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) a. Pada kelompok <i>Buerger Allen exercise</i> , rata-rata nilai ABI meningkat dari 0,77 menjadi 0,96 mmHg, dengan selisih 0,19 mmHg ($p=0,000$). b. Pada kelompok Rendam kaki air hangat, rata-rata nilai ABI meningkat dari 0,81 menjadi 0,90 mmHg, dengan selisih 0,09 mmHg ($p=0,000$). c. Perbandingan antar kelompok menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p=0,000$), <i>Buerger Allen exercise</i> lebih efektif meningkatkan nilai ABI dibandingkan rendam kaki air hangat.
		3. Perubahan nilai Gula Darah Sewaktu (GDS) a. Pada kelompok <i>Buerger Allen exercise</i> , rata-rata GDS menurun dari 232,48 menjadi 224,74 mg/dl, dengan selisih 7,74 mg/dl ($p=0,615$). b. Pada kelompok Rendam kaki air hangat, rata-rata GDS menurun dari 218,56 menjadi 198,56 mg/dl, dengan selisih 19,96 mg/dl ($p=0,116$). c. Meskipun kedua intervensi menunjukkan penurunan GDS, hasilnya tidak signifikan secara statistik ($p>0,05$).
		4. Analisis variabel perancu (<i>covariate</i>) Hasil uji ANCOVA menunjukkan: a. Pada nilai ABI, variabel yang berpengaruh adalah lama menderita DM ($p=0,017$) dengan kontribusi model sebesar 39%.

				b. Pada nilai GDS, faktor yang sedikit berpengaruh adalah usia ($p=0,043$) dan jenis intervensi ($p=0,046$), namun model keseluruhan tidak signifikan ($p=0,065$).
5	Pengaruh Rendam Kaki Air Hangat Terhadap Penurunan Tekanan Darah Lansia Penderita Diabetes Melitus Di Kelurahan Loa Tebu Dera Nur, Anisa Ain, Sholichin, Marina Kristi Layun Rining. 2022	Desain: <i>Quasi-experiment (One-group pretest-posttest)</i> Sampel: 18 responden lansia (DM tipe 2 dengan hipertensi; Lokasi penelitian: Kelurahan Loa Tebu. Variabel: Rendam kaki air hangat (independen) dan Tekanan darah sistolik dan diastolik (dependen) Intervensi: Rendam kaki air hangat Lama intervensi: 3 hari, 2 kali sehari Analisis: <i>Paired T-Test</i> untuk tekanan sistolik; <i>Wilcoxon Sign Rank</i> digunakan untuk sebagian pengujian (diastol bila distribusi non-normal).	1. Berdasarkan karakteristik responden, sebagian besar berjenis kelamin perempuan (73%), berada pada kelompok lansia awal usia 50–55 tahun (50%), dan tidak bekerja (56%). 2. Sebelum dilakukan intervensi rendam kaki air hangat, tekanan darah sistolik lansia berkisar antara 135–178 mmHg dan diastolik 66–98 mmHg, yang termasuk kategori pra-hipertensi hingga hipertensi stadium II. 3. Setelah diberikan intervensi rendam kaki air hangat selama tiga hari, dua kali sehari (pagi dan sore), tekanan darah menunjukkan penurunan. Nilai sistolik berkisar 123–162 mmHg, sedangkan diastolik 54–84 mmHg. Rata-rata penurunan tekanan darah sebesar 20 mmHg pada sistolik dan 7 mmHg pada diastolik. 4. Hasil uji statistik <i>Paired Sample T-Test</i> menunjukkan nilai $p=0,001$ ($p<0,05$) untuk tekanan darah sistolik dan diastolik, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara sebelum dan sesudah intervensi.	
6	<i>Effect of Giving Active Lower ROM on Changes in Ankle Brachial Index (ABI) Values in Diabetes Melitus Type II Patients at Mangusada</i>	Desain: <i>Pra-eksperimental (One Group Pretest-Posttest Design)</i> Sampel: 31 pasien (<i>purposive sampling</i>) Lokasi penelitian: Ruang Legong RSD Mangusada Badung Variabel: Latihan <i>Active Lower ROM</i> (independen), Nilai	1. Rata-rata usia responden adalah 53 tahun, dengan usia termuda 40 tahun dan tertua 67 tahun. Sebagian besar responden berjenis kelamin perempuan (54,8%), sedangkan laki-laki 45,2%. 2. Sebelum dilakukan latihan <i>Active Lower Range of Motion</i> (ROM), sebanyak 8 responden (25,8%) memiliki nilai ABI rendah (iskemia ringan) dan 23 responden (74,2%) memiliki nilai ABI normal. Setelah latihan diberikan, terjadi	

	<i>Hospital Badung</i> Putu Dian Yuliantini, Putu Wira Kusuma, I Putu Arta Wijaya (2023)	<i>Ankle Brachial Index (ABI) (dependen)</i> Intervensi: Latihan ROM aktif ekstremitas bawah Lama intervensi: 2 kali sehari selama 3 hari Analisis: uji <i>wilcoxon sign rank test</i>	peningkatan nilai ABI, di mana 90,3% responden memiliki nilai ABI normal dan hanya 9,7% yang masih termasuk kategori iskemia ringan. Hal ini menunjukkan bahwa latihan <i>Active Lower ROM</i> dapat membantu melancarkan sirkulasi darah pada pasien DM Tipe II. 3. Berdasarkan hasil uji <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i>, diperoleh <i>p-value</i> = 0,025 (<0,05), yang berarti terdapat pengaruh signifikan latihan <i>Active Lower ROM</i> terhadap perubahan nilai ABI pada pasien DM Tipe II.
7	Pengaruh <i>Active Lower Range of Motion</i> Terhadap Nilai <i>Ankle Branchial Index (ABI)</i> pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe II Fitria Alisa, Mira Andika, Yaumil Refti, Annisa Allam, Hirsa Nursuari, Puja Valentina, Dessy Rahmawati. (2022)	Desain: <i>Quasi-Experimental (One Group Pretest-Posttest)</i> Sampel: 11 responden (<i>purposive sampling</i>) Lokasi penelitian: Puskesmas Andalas Padang Variabel: ROM aktif ekstremitas bawah (independen), Nilai <i>Ankle Brachial Index (ABI)</i> (dependen) Intervensi: ROM aktif ekstremitas bawah Lama intervensi: 2 kali sehari selama 6 hari Analisis: <i>Wilcoxon Test</i>	1. Penelitian ini dilakukan pada 11 responden penderita diabetes melitus tipe II di wilayah kerja Puskesmas Andalas Padang. Rata-rata nilai <i>Ankle Brachial Index (ABI)</i> sebelum dilakukan latihan <i>Active Lower Range of Motion (ROM)</i> adalah 0,67, nilai terendah 0,60, dan tertinggi 0,73. Sebagian besar responden memiliki nilai ABI di bawah normal yang menunjukkan adanya gangguan sirkulasi darah perifer. Setelah diberikan latihan <i>Active Lower ROM</i> sebanyak dua kali sehari selama enam hari, rata-rata nilai ABI meningkat menjadi 0,99, nilai terendah 0,92, dan tertinggi 1,09. 2. Berdasarkan hasil uji <i>Wilcoxon</i>, diperoleh <i>p-value</i> = 0,003 (<0,05), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara nilai ABI sebelum dan sesudah latihan. Dengan demikian, latihan <i>Active Lower ROM</i> berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai ABI pada pasien diabetes melitus tipe II.
8	Penerapan <i>Active Lower ROM</i> terhadap Nilai <i>Ankle Branchial</i>	Desain: Studi Kasus Sampel: 1 pasien wanita DM tipe 2 Lokasi penelitian: Lampung Utara	1. Subjek penelitian adalah seorang perempuan berusia 62 tahun dengan diagnosis Diabetes Melitus Tipe II dan riwayat stroke non-hemoragik. 2. Sebelum dilakukan latihan <i>Active Lower Range of Motion (ROM)</i>,

	<i>Index</i> Pasien DM Tipe 2 Intan Puji Lestary, Uswatun Hasanah, Nia Risa Dewi. (2022)	Variabel: ROM aktif (independen), ABI (dependen) Intervensi: ROM aktif ekstremitas bawah Lama intervensi: 2 kali sehari selama 3 hari Analisis: Deskriptif, perbandingan nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) pre dan post tiap hari (kasus tunggal).	nilai ABI pasien adalah 0,8, yang termasuk dalam kategori borderline (batas perfusi). Kondisi ini menunjukkan adanya gangguan sirkulasi darah perifer akibat kadar gula darah yang tinggi. Setelah dilakukan latihan <i>Active Lower ROM</i> selama tiga hari sebanyak 2x sehari, nilai ABI meningkat menjadi 1,3, yang termasuk dalam kategori normal. Hasil ini menunjukkan bahwa <i>Active Lower ROM</i> mampu memperbaiki aliran darah ke ekstremitas bawah dan meningkatkan nilai ABI pada pasien diabetes melitus tipe II.
9	Aplikasi Pemberian <i>Active Lower Range of Motion</i> (ROM) Untuk Meningkatkan Nilai <i>Ankle Brachial Index</i> (ABI) dan Sirkulasi Darah Klien Diabetes Melitus Tipe 2 Syilma Nafla Nabila, Nurul Hidayah, Sodiq Kamal. (2024)	Desain: Studi kasus deskriptif (asuhan keperawatan) Sampel: 2 pasien DM tipe 2 Lokasi penelitian: Magelang Variabel: <i>Active Lower Range of Motion</i> (ROM) (independent) dan nilai ABI dan suhu ekstremitas (dependen) Intervensi: Latihan ROM aktif ekstremitas bawah Lama intervensi: 2 kali sehari (pagi dan sore) selama 6 hari Analisis: Deskriptif, observasi nilai ABI pre/post setiap hari; tidak ada uji statistik inferensial karena N sangat kecil.	1. Penelitian ini melibatkan dua responden yaitu Ny. S (60 tahun) dan Ny. D (42 tahun) yang menderita Diabetes Melitus tipe 2 selama lebih dari lima tahun. 2. Kedua responden diberikan latihan <i>Active Lower Range of Motion</i> (ROM) sebanyak 2x sehari selama enam hari dengan sepuluh gerakan setiap sesi. a. Pada Ny. S, nilai ABI meningkat dari 1,07 menjadi 1,23, dan suhu ekstremitas naik dari 36,1°C menjadi 36,3°C. b. Pada Ny. D, nilai ABI meningkat dari 1,08 menjadi 1,23, dan suhu ekstremitas naik dari 36,1°C menjadi 36,3°C. c. Hasil ini menunjukkan bahwa latihan <i>Active Lower ROM</i> mampu memperbaiki sirkulasi darah di ekstremitas bawah dan meningkatkan nilai ABI pada pasien diabetes melitus tipe II.

2.7 Kerangka Konsep



Keterangan:



: Diteliti



: Tidak diteliti

Gambar 2.8 Kerangka Konsep Pengaruh Kombinasi Terapi Rendam Kaki Air Hangat dan *Active Lower ROM* terhadap Perubahan Nilai *Ankle Brachial Index* pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Polowijen Kota Malang

2.8 Uraian Kerangka Konsep

Penderita diabetes melitus tipe 2 mengalami gangguan metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah akibat gangguan sekresi atau kerja insulin. Timbulnya penyakit ini dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko, seperti riwayat keluarga, obesitas, kurangnya aktivitas fisik, usia, hipertensi, riwayat diabetes gestasional, tingkat pendidikan, dan pekerjaan. Kondisi hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol dapat menimbulkan berbagai komplikasi, baik akut seperti hipoglikemia, ketoasidosis, dan sindrom hiperglikemia hiperosmolar non ketotik (SHHKN), maupun kronis seperti gangguan makrovaskular dan mikrovaskular. Gangguan tersebut dapat menyebabkan penurunan sirkulasi darah ke ekstremitas bawah yang berdampak pada berkurangnya perfusi jaringan.

Gangguan sirkulasi darah perifer dapat dinilai melalui *Ankle Brachial Index* (ABI), yaitu perbandingan antara tekanan darah sistolik pada pergelangan kaki dan tekanan darah sistolik pada lengan. Nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) yang rendah menunjukkan berkurangnya perfusi darah ke ekstremitas bawah dan meningkatnya risiko penyakit arteri perifer serta ulkus kaki. Penatalaksanaan diabetes melitus meliputi edukasi kesehatan, terapi nutrisi medis, latihan jasmani, pemantauan kadar gula darah, terapi farmakologis, dan terapi non-farmakologis. Salah satu terapi non-farmakologis yang berfokus pada peningkatan sirkulasi darah perifer adalah kombinasi rendam kaki air hangat dan latihan *Active Lower Range of Motion* (ROM).

Terapi rendam kaki air hangat menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah kapiler, sedangkan latihan *Active Lower ROM* memperkuat otot tungkai dan meningkatkan aliran balik vena. Kombinasi keduanya diharapkan dapat meningkatkan nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) melalui perbaikan perfusi darah perifer. Selain itu, nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti kadar glukosa darah, usia, aktivitas fisik, jenis kelamin, lama menderita diabetes, dan riwayat merokok.

2.9 Hipotesis

Hipotesis merupakan pernyataan berupa dugaan atau kesimpulan sementara yang dianggap paling mungkin sebagai jawaban yang benar (Barlian, 2018). Adapun hipotesis penelitian ini yaitu:

H0: Tidak ada pengaruh kombinasi terapi rendam kaki air hangat dan *Active Lower ROM* terhadap perubahan nilai *Ankle Brachial Index* pada pasien diabetes melitus tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Polowijen Kota Malang.

H1: Ada pengaruh kombinasi terapi rendam kaki air hangat dan *Active Lower ROM* terhadap perubahan nilai *Ankle Brachial Index* pada pasien diabetes melitus tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Polowijen Kota Malang.