# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Diabetes Mellitus merupakan gangguan metabolik kronis yang disebabkan oleh produksi insulin yang tidak mencukupi atau ketidakmampuan tubuh menggunakan insulin secara efektif, yang mengakibatkan hiperglikemia persisten dengan kriteria diagnostik meliputi kadar glukosa plasma puasa ≥126 mg/dL, kadar glukosa plasma sewaktu ≥200 mg/dL, atau HbA1c ≥6,5%. Diabetes dapat disebabkan oleh faktor keturunan, pola hidup yang tidak sehat seperti makan berlebihan dan jarang berolahraga, serta dipengaruhi juga oleh lingkungan sosial dan akses pelayanan kesehatan. Apabila tidak terkontrol, diabetes dapat menimbulkan komplikasi serius, antara lain penyakit jantung koroner, nefropati diabetik, retinopati diabetik, neuropati perifer, serta ulkus diabetikum yang berisiko tinggi menyebabkan amputasi (Viantri et al., 2025). Kadar glukosa darah yang tinggi dalam jangka panjang dapat merusak sistem saraf perifer, sehingga menyebabkan penurunan sensitivitas pada kaki. Kondisi ini berbahaya karena penderita diabetes tidak merasakan luka atau cedera pada kaki yang kemudian dapat berkembang menjadi ulkus diabetikum dan berisiko amputasi (Arvita et al., 2024).

Skala masalah Diabetes Mellitus Tipe 2 dapat dilihat dari data epidemiologi terkini. Menurut *International Diabetes Federation*, Tahun 2024 tercatat 537 juta orang berusia 20–79 tahun hidup dengan diabetes, dan jumlah ini diprediksi mencapai 853 juta orang pada 2050. Indonesia menempati peringkat ke-5 dunia

dengan 20,4 juta penderita dan diproyeksikan meningkat menjadi 28,6 juta pada 2050 (International Diabetes Federation, 2025). Menurut data dari Riset Kesehatan Dasar berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk seluruh usia menurut provinsi di Indonesia tahun 2023, mencatat prevalensi DM sebesar 1,7% dengan tertimbang 877.531 jiwa  dengan DKI Jakarta sebagai provinsi tertinggi (3,1%) dan Jawa Timur berada pada posisi ke-4 (2,2%). Survei Kesehatan Indonesia 2023 juga melaporkan lebih dari 850 ribu penduduk usia ≥15 tahun mengalami diabetes Di Jawa Timur, Kota Surabaya menjadi salah satu daerah dengan angka kasus tertinggi dan Kota Malang terdapat 9.693 kasus pada 10 bulan terakhir November 2025 (Kemenkes RI, 2025). Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Malang Tahun 2025 Puskesmas Kedungkandang mengalami kenaikan kasus dari 1.436 kasus 2024 menjadi 1439 kasus (Dinkes Kota Malang, 2025).

Diabetes yang tidak terkontrol dapat menyebabkan neuropati diabetik, yaitu kerusakan saraf akibat tingginya kadar gula darah. Kondisi ini melemahkan dinding pembuluh darah kecil sehingga suplai oksigen dan nutrisi ke saraf terganggu. Akibatnya, saraf tepi—terutama pada kaki—mengalami penurunan fungsi yang ditandai dengan berkurangnya sensitivitas, kesemutan, mati rasa, dan nyeri (Jatmiko & Tarwoto, 2024). Gangguan ini membuat penderita sulit merasakan luka atau tekanan, sehingga meningkatkan risiko ulkus diabetikum yang dapat berkembang menjadi infeksi serius hingga amputasi (Wiyono et al., 2025).

Kaki diabetik merupakan komplikasi mikrovaskular yang sering muncul akibat neuropati. Tiga faktor utama yang memengaruhi terjadinya kelainan ini adalah berkurangnya aliran darah, penurunan sensitivitas, serta melemahnya kemampuan melawan infeksi Pemeriksaan kaki meliputi penilaian adanya ulkus,

deformitas, pengecilan otot, kelainan charcot, serta kondisi kulit.(Sari et al., 2025). Pemeriksaan fungsi saraf dilakukan menggunakan garpu tala 128 Hz, uji tusuk jarum, refleks pergelangan kaki, ambang persepsi getaran, dan monofilament (Aithal & Bhat, 2024). Pemeriksaan monofilament dilakukan pada 10 titik area kaki (plantar jari kaki 1, 3, dan 5; metatarsal 1, 3, dan 5; pertengahan telapak kaki medial dan lateral; tumit; serta punggung kaki). Nilai normal adalah jika pasien dapat merasakan sentuhan monofilament pada ≥8 dari 10 titik yang diuji. Jika pasien hanya merasakan sentuhan pada <8 titik atau tidak dapat merasakan pada ≥4 titik, maka pasien dinyatakan mengalami hilangnya sensasi protektif (*Loss of Protective Sensation/LOPS*) dan berisiko tinggi mengalami ulkus diabetikum (Clamiza et al., 2025).

Penatalaksanaan diabetes meliputi terapi farmakologi dan non-farmakologi. Terapi non-farmakologi salah satunya adalah senam kaki, yang membantu memperlancar sirkulasi darah dan mempertahankan kelenturan sendi sehingga dapat mencegah ulkus (Novanda. et al., 2024). Senam yang dikombinasikan dengan bola bergerigi memberikan stimulasi taktil yang lebih kuat. Gerigi pada permukaan bola mengaktifkan berbagai mekanoreseptor secara simultan sehingga meningkatkan respons saraf sensorik. Tekanan dari tonjolan bola juga membantu memicu kontraksi otot yang lebih baik dan menstimulasi saraf sensorik yang diteruskan ke otak (Margiyati et al., 2022).

Menurut penelitian (Rahman et al., 2021), skor sensitivitas kaki pada penderita diabetes mellitus tipe 2 sebelum diberikan perlakuan *(pretest)* adalah 2,48–1,123, sedangkan setelah perlakuan *(posttest)* meningkat menjadi 3,38–1,244. Perbedaan rerata skor sensitivitas mencapai 0,905–0,539 atau terjadi peningkatan

sebesar 36,3%. Sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan pada skor sensitivitas kaki penderita diabetes setelah dilakukan intervensi. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Made Tari Oktapiani et al., 2024), yang juga menemukan adanya peningkatan sensitivitas kaki pasien diabetes mellitus sebelum dan sesudah dilakukan senam kaki. Intervensi tersebut dilakukan dengan dua metode, yakni menggunakan media koran disertai senam kaki serta menggunakan bola tenis dengan senam kaki. Hasilnya, kelompok dengan media bola tenis menunjukkan peningkatan lebih tinggi, yaitu 2,3 dibandingkan 0,5 pada kelompok media koran, yang berarti metode bola tenis lebih efektif meningkatkan sensitivitas kaki. Penelitian (Indriyani, 2025) juga memperkuat temuan tersebut. Dengan menggunakan kombinasi bola bergerigi, terjadi penurunan drastis kadar gula darah puasa (GDP) pasien dari 319 mg/dL menjadi 102 mg/dL hanya dalam waktu empat hari. Hasil ini menunjukkan bahwa intervensi sederhana seperti senam kaki dengan media tertentu dapat memberikan manfaat signifikan bagi pasien diabetes mellitus tipe 2, terutama yang mengalami komplikasi neuropati diabetik.

Tingginya prevalensi gangguan sensitivitas kaki pada penderita diabetes, terbatasnya pemahaman mengenai pengalaman pasien dalam mengikuti intervensi, serta perlunya memahami faktor kontekstual yang mempengaruhi keberhasilannya mendorong penulis melakukan penelitian berjudul “Implementasi Senam Kaki Kombinasi Bola Bergerigi Pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 yang Mengalami Gangguan Sensitivitas Kaki.” Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan perkembangan sensitivitas kaki, menggali pengalaman pasien, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi, sehingga dapat

memberikan kontribusi bagi pencegahan neuropati perifer, komplikasi kaki diabetik, dan perbaikan kualitas hidup penderita DM tipe 2.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana implementasi senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi pada penderita diabetes mellitus tipe 2 yang mengalami gangguan sensitivitas kaki di wilayah puskesmas kedungkandang malang?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan penerapan senam kaki kombinasi bola bergerigi pada penderita diabetes mellitus tipe 2 yang mengalami gangguan sensitivitas kaki.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

a. Mendeskripsikan respon subjektif penderita DM Tipe 2 setelah melakukan implementasi senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi.

b. Mendeskripsikan sensitivitas kaki penderita DM Tipe 2 selama melakukan implementasi senam kaki diabetes kombinasi bola bergeregi.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pengembangan ilmu keperawatan mendalam tentang pengalaman subjek dan faktor-faktor

kontekstual dapat memperkaya pemahaman teoritis tentang mekanisme perubahan sensitivitas dan proses adaptasi subjek dalam mengelola komplikasi diabetes.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Pelayanan Kesehatan

Penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan program edukasi dan terapi komplementer di rumah sakit, puskesmas, maupun klinik diabetes. Implementasi senam kaki kombinasi bola bergerigi dapat mengurangi angka komplikasi kaki diabetik, menurunkan biaya perawatan jangka panjang, serta meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan melalui pendekatan preventif yang *cost-effective.*

b. Bagi Klien

Pasien diabetes mellitus tipe 2 dapat memperoleh alternatif terapi mandiri yang mudah dilakukan di rumah untuk mengelola kondisi diabetes dan mencegah komplikasi kaki diabetik. Metode ini memberikan pilihan terapi non-farmakologis yang terjangkau, aman, dan dapat meningkatkan kualitas hidup melalui perbaikan sensitivitas kaki.

c. Bagi Penulis

Penelitian ini menambah wawasan dan pengalaman penulis dalam bidang penelitian keperawatan, khususnya terkait manajemen diabetes mellitus dan terapi komplementer. Hasil penelitian dapat menjadi dasar untuk pengembangan karir akademik, publikasi ilmiah, serta kontribusi terhadap pengembangan *evidence-based practice* dalam keperawatan.

# BAB II

# TINJAUAN TEORI

## 2.1 Diabetes Mellitus Tipe 2

### 2.1.1 Definisi Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes Mellitus Tipe 2 (DM tipe 2) merupakan penyakit metabolik kronis yang paling banyak dijumpai, ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah akibat kombinasi gangguan sekresi insulin oleh sel β pankreas dan resistensi insulin pada jaringan tubuh (International Diabetes Federation, 2025).

Menurut (Haryati et al., 2023) DM tipe 2 merupakan kondisi multifaktorial yang dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, obesitas, serta gaya hidup yang tidak sehat, sehingga tubuh tidak mampu menggunakan insulin secara efektif dalam mengontrol kadar glukosa darah.

DM tipe 2 adalah penyakit kronis ketika tubuh tidak menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup atau insulin tidak dapat digunakan dengan efektif, menyebabkan terjadinya hiperglikemia berkelanjutan. Kemenkes RI (2025) juga menegaskan bahwa DM tipe 2 termasuk penyakit metabolik dan degeneratif yang banyak dipengaruhi oleh pola makan, aktivitas fisik, dan kebiasaan hidup sehari-hari. Dengan demikian, DM tipe 2 merupakan gangguan metabolik kronis yang terjadi akibat ketidakseimbangan antara produksi insulin dan efektivitas penggunaannya dalam tubuh (PERKENI, 2024).

Diagnosis DM ditegakkan jika glukosa darah puasa (GDP) ≥ 126 mg/dL (puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam) atau GD 2 jam setelah TTGO dengan beban glukosa 75 gram ≥ 200 mg/dL atau glukosa darah sewaktu (GDS) ≥ 200 mg/dL dengan keluhan klasik/krisis hiperglikemia, atau kadar HbA1c ≥ 6,5% (PERKENI, 2024).

### 2.1.2 Faktor Resiko Diabetes Mellitus Tipe 2

Faktor risiko diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) terbagi menjadi dua kategori faktor risiko yang tidak dapat diubah dan faktor risiko yang dapat diubah. Faktor yang tidak dapat diubah meliputi usia lanjut, riwayat keluarga dengan diabetes, sertaetnisitas tertentu yang lebih rentan terhadap DM tipe 2. Sementara itu, faktor yang dapat diubah mencakup gaya hidup tidak sehat, seperti pola makan tinggi kalori dan rendah serat, kurangnya aktivitas fisik, obesitas, serta kebiasaan merokok. Perubahan dalam gaya hidup, seperti meningkatkan aktivitas fisik dan mengatur pola makan, dapat secara signifikan mengurangi risiko berkembangnya diabetes tipe 2 (International Diabetes Federation, 2025).

a. Faktor risiko yang tidak dapat diubah

Faktor risiko yang tidak dapat diubah untuk Diabetes Mellitus Tipe 2 (DM Tipe 2) antara (International Diabetes Federation, 2025):

1) Usia, risiko DM tipe 2 meningkat seiring bertambahnya usia, terutama setelah usia 35 tahun.

2) Jenis kelamin, wanita memiliki risiko yang lebih besar daripada pria

3) Riwayat keluarga, orang yang memiliki riwayat keluarga dengan DM tipe 2 memiliki risiko yang lebih tinggi.

b. Faktor risiko yang dapat diubah

Faktor risiko yang dapat diubah untuk Diabetes Mellitus Tipe 2 (DM Tipe 2) meliputi kebiasaan gaya hidup, pola makan, aktivitas fisik, dan pengelolaan berat badan. Beberapa faktor risiko yang dapat diubah antara lain (International Diabetes Federation, 2025):

1) Obesitas, kelebihan berat badan atau obesitas adalah faktor risiko utama untuk DM tipe 2.
2) Aktivitas fisik, kurangnya aktivitas fisik dan berolahraga secara rutin meningkatkan risiko DM tipe 2.
3) Pola makan, pola makan yang tidak sehat, terutama mengonsumsi makanan dan minuman yang mengandung gula dan karbohidrat simpleks, meningkatkan risiko DM tipe 2.
4) Stres, stres dapat mempengaruhi kadar gula darah dan meningkatkan risiko DM tipe 2.
5) Kebiasaan merokok, merokok meningkatkan risiko DM tipe 2.
6) Tekanan darah tinggi, orang yang memiliki tekanan darah tinggi memiliki risiko yang lebih tinggi mengembangkan DM tipe 2.
7) *Polycystic ovarian syndrome* (PCOS), wanita yang menderita PCOS

### 2.1.3 Patofisiologi Diabetes Mellitus Tipe 2

Patofisiologi Diabetes Mellitus Tipe 2 (DM Tipe 2) merupakan proses yang kompleks yang melibatkan beberapa faktor utama, seperti penurunan sekresi insulin, resistensi Insulin, dan gangguan produksi glukosa di hati. Secara biomedik, penurunan sekresi insulin dari sel ß pankreas disebabkan oleh kerusakan pada sel ß atau kelelahan sel ß akibat peningkatan kebutuhan insulin dalam kondisi hiperglikemia kronis. Akibatnya, tubuh tidak dapat menggunakan glukosa secara efektif sebagai sumber energi, yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa dalam darah (International Diabetes Federation, 2025). Pada saat yang sama, resistensi insulin terjadi di jaringan otot, hati, dan jaringan adiposa, yang menyebabkan sel-sel pada jaringan tersebut menjadi kurang responsif terhadap insulin. Hal ini mengakibatkan glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel dan meningkatkan konsentrasi glukosa dalam darah (Ismail, 2025). Selain itu, resistensi insulin merangsang hati untuk memproduksi lebih banyak glukosa melalui proses *gluconeogenesis* di mana asam amino dan asam lemak diubah menjadi glukosa yang semakin memperburuk hiperglikemia pada individu dengan resistensi insulin (Sun et al., 2023).

### 2.1.4 Manifestasi Klinis Diabetes Mellitus Tipe 2

Menurut Perkeni (2024), tanda dan gejala diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) adalah berbagai kondisi yang dapat dialami oleh seseorang yang menderita penyakit ini. Berikut adalah beberapa tanda dan gejala yang umum ditemukan (PERKENI, 2024):

a. Peningkatan frekuensi buang air kecil, pasien sering merasa Ingin buang air kecil, terutama di malam hari.

b. Merasa haus sepanjang waktu, pasien merasa haus secara berlebihan.

c. Merasa sangat lelah, pasien merasa sangat lelah dan mengalami kelelahan yang tidak biasa.

d. Sering merasa lapar, Pasien sering merasa lapar dan mengalami rasa lapar yang tidak biasa

e. Luka sulit sembuh, pasien tungkin mengalami luka yang sulit sembuh, terutama di kaki dan tangan.

f. Penglihatan kabur, pasien mungkin mengalami penglihatan kabur atau korbutaan.

g. Mati rasa atau kesemutan di tangan atau kaki, pasien mungkas mengalami mati rasa atau kesemutan di tangan atası kaki. Peningkatan frekuensi infeksi, pasien mungkin lebih rentan terhadap infeksi, seperti infeksi saluran kemih.

h. Peningkatan risiko komplikasi, pasien dm tipe 2 memiliki risiko yang lebih tinggi mengalami komplikasi seperti penyakit jantung, stroke, gagal ginjal, luka diabetik, dan penyakit Alzheimer.

### 2.1.5 Komplikasi Diabetes Mellitus Tipe 2

Menurut (International Diabetes Federation, 2025), Komplikasi diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) adalah kondisi yang dapat terjadi pada penderita DM tipe 2 dan dapat mempengaruhi kualitas hidup mereka. Berikut adalah beberapa komplikasi yang sering terjadi pada penderita DM tipe 2:

a. Komplikasi Mikrovaskular

Komplikasi mikrovaskular pada Diabetes Mellitus Tipe 2, seperti retinopati, nefropati, dan neuropati, terjadi akibat kerusakan pembuluh darah kecil yang disebabkan oleh hiperglikemia kronis. Secara biomedik, peningkatan kadar glukosa darah berkontribusi pada stres oksidatif dan inflamasi yang merusak dinding pembuluh darah kecil, mengurangi aliran darah dan mengganggu fungsi organ terkait. Pada retinopati diabetik, misalnya, kerusakan pembuluh darah di retina mengarah pada kebocoran cairan dan pembentukan pembuluh darah baru yang tidak normal, yang dapat menyebabkan kebutaan (Kerr et al., 2022). Selain itu, pada nefropati diabetik, kerusakan glomerulus menyebabkan kebocoran protein ke dalam urin dan penurunan fungsi ginjal, yang pada akhirnya dapat berujung pada gagal ginjal (Wang et al., 2023). Neuropati diabetik juga berkembang akibat gangguan pasokan darah ke saraf perifer, yang mengakibatkan kehilangan sensasi dan potensi infeksi yang lebih tinggi di ekstremitas bawah.

b. Komplikasi Makrovaskular

Komplikasi makrovaskular pada Diabetes Mellitus Tipe 2, seperti penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit arteri perifer, terjadi akibat kerusakan pembuluh darah besar yang disebabkan oleh hiperglikemia kronis. Secara biomedik, glukosa darah yang tinggi menyebabkan stres oksidatif dan peradangan, yang merusak dinding pembuluh darah besar dan memicu pembentukan plak aterosklerotik. Pada penyakit jantung koroner, misalnya, plak yang terbentuk dapat menyumbat aliran darah ke jantung, meningkatkan

risiko serangan jantung (American Diabetes Association, 2022). Begitu Juga pada stroke, pembuluh darah yang tersumbat atau pecah dapat mengganggu aliran darah ke otak, menyebabkan kerusakan otak permanen (Chung et al., 2021). Selain itu, penyakit arteri perifer mengurangi suplai darah ke ekstremitas bawah, meningkatkan risiko ulserasi dan amputasi (Bays, 2023).

Komplikasi diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) sering kali timbul akibat hiperglikemia yang berkepanjangan dan dapat secara signifikan menurunkan kualitas hidup penderita. Kondisi ini dapat mengarah pada berbagai komplikasi jangka pendek dan jangka panjang yang mempengaruhi berbagai organ tubuh. Untuk mencegah timbulnya komplikasi ini, pencegahan dan pengobatan DM tipe 2 sangat penting. Pengelolaan diabetes yang efektif mencakup kontrol kadar gula darah yang ketat. penerapan pola makan sehat peningkatan aktivitas fisik, serta pemantauan rutin untuk mendeteksi dan menangani komplikasi sedini mungkin. Dengan pendekatan yang komprehensif dan disiplin dalam pengelolaan, risiko komplikasi dapat dikurangi secara signifikan, sehingga meningkatkan kualitas hidup penderita (Haryati et al., 2023).

### 2.1.6 Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Tipe 2

Penatalaksanaan Diabetes Melitus dimulai dengan menerapkan pola hidup sehat seperti terapi nutrisi medis dan aktivitas fisik bersamaan dengan intervensi farmakologis dengan obat antihiperglikemia secara oral dan suntikan. Adapun beberapa penatalaksanaan khusus yang dirangkum yaitu (PERKENI, 2024):

a. Edukasi

Edukasi bertujuan untuk mempromosikan hidup sehat yang merupakan bagian dari upaya pencegahan dan merupakan bagian dari pengelolaan Diabetes Melitus (DM). Edukasi dibagi menjadi dua yaitu materi edukasi tingkat awal dan tingkat lanjutan. Edukasi pada tingkat awal meliputi:

1) Materi tentang perjalanan penyakit DM
2) Makna dan perlunya pengendalian dan pemantauan DM secara berkelanjutan
3) Intervensi nonfarmakologis dan farmakologis serta target pengobatan
4) Risiko Diabetes Melitus (DM)
5) Mengenal gejala dan penanganan awal hipoglikemia
6) Pentingnya latihan jasmani yang teratur
7) Pentingnya perawatan kaki
8) Cara menggunakan fasilitas pelayanan Kesehatan

Edukasi tingkat lanjutan dilaksanakan di Pelayanan Kesehatan Sekunder atau Tersier meliputi:

1) Mengenal dan mencegah penyulit akut Diabetes Melitus
2) Pengetahuan mengenai penyulit menahun Diabetes Melitus
3) Rencana untuk kegiatan khusus seperti olahraga
4) Penatalaksanaan Diabetes Melitus selama menderita penyakit lain

5) Kondisi khusus yang dihadapi seperti hamil, puasa, kondisi rawat inap

6) Penelitian dan pengetahuan masa kini serta teknologi mutakhir tentang Diabetes Melitus (DM)

7) Perawatan kaki pada penderita DM

b. Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Terapi Nutrisi Medis sebaiknya diberikan sesuai dengan kebutuhan pasien Diabetes Melitus (DM) agar mencapai sasaran. Anjuran makan penderita diabetes hampir sama dengan masyarakat umum yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing individu. Pasien penderita diabetes perlu diberikan penekanan mengenai pentingnya jadwal makan yang teratur, jenis dan jumlah kandungan kalori, terutama pada individu yang meningkatkan sekresi insulin/terapi insulin itu sendiri.

c. Latihan Fisik

Latihan fisik merupakan pilar dalam pengelolaan Diabetes Melitus Tipe II (T2DM). Latihan fisik secara teratur dilakukan 3–5 hari seminggu selama 30–45 menit, dengan jeda antar latihan tidak lebih dari 2 hari berturut-turut. Olahraga yang dianjurkan berupa latihan fisik yang bersifat aerobik dengan intensitas sedang (50–70% denyut jantung maksimal) meliputi jalan cepat, bersepeda santai, jogging, dan berenang. Cara menghitung denyut jantung maksimal adalah dengan cara 220 dikurangi usia pasien.

Pasien diabetes dengan usia muda dan bugar dapat melakukan 90 menit per minggu seperti latihan aerobik berat dengan denyut jantung mencapai lebih dari 70%. Sebelum melakukan latihan fisik harus melakukan pemeriksaan glukosa darah. Pasien dengan kadar glukosa darah <100 mg/dL harus mengonsumsi karbohidrat terlebih dahulu. Namun, apabila kadar glukosa darah >250 mg/dL dianjurkan untuk menunda latihan fisik. Latihan fisik sebaiknya dianjurkan dan disesuaikan berdasarkan umur dan status kebugaran fisik. Intensitas latihan fisik pada pasien Diabetes Melitus yang relatif sehat bisa ditingkatkan, sedangkan pada pasien DM yang disertai komplikasi intensitas latihan perlu dikurangi dan disesuaikan dengan masing-masing individu.

d. Terapi Farmakologis

Terapi farmakologis terdiri dari obat oral dan bentuk suntikan. Menurut cara kerjanya, obat antihiperglikemia oral dibagi menjadi enam kelompok, meliputi:

1) Kelompok pemicu sekresi insulin (Insulin Secretagogue) yang terdiri dari sulfonilurea dan glinida
2) Kelompok peningkat sensitivitas terhadap insulin (Insulin Sensitizers) yang terdiri dari metformin dan tiazolidindion (TZD)
3) Kelompok alfa-glukosidase inhibitor contohnya acarbose
4) Kelompok DPP-4 inhibitor (Dipeptidyl Peptidase-4) yang terdiri dari vildagliptin, linagliptin, sitagliptin, saxagliptin, dan alogliptin

5) Kelompok SGLT-2 inhibitor (Sodium Glucose Co-Transporter 2) yang terdiri dari canagliflozin, empagliflozin, dapagliflozin, dan ipragliflozin

Obat antihiperglikemia suntik terdiri dari dua kelompok, yaitu insulin, GLP-1 RA, dan kombinasi insulin dan GLP-1 RA. Insulin diberikan kepada klien DM dengan keadaan HbA1c saat diperiksa ≥7,5% dan sudah menggunakan satu atau dua obat antidiabetes. Diabetes Melitus gestasional yang tidak terkontrol dengan perencanaan diet akan mengakibatkan disfungsi ginjal atau hati yang parah. Agonis GLP-1 (Incretin Mimetic) adalah salah satu obat antihiperglikemia suntik. Yang termasuk golongan agonis GLP-1 yaitu: liraglutide, exenatide, albiglutide, dan lixisenatide.

## 2.2 Neuropati Diabetik

### 2.2.1 Definisi Neuropati Diabetik

Neuropati diabetikum merupakan komplikasi tersering pada diabetes mellitus tipe 1 dan tipe 2 dan faktor resiko penyebab ulkus diabetikum. Neuropati diabetikum merupakan suatu kondisi kerusakan saraf akibat adanya gangguan metabolisme kadar gula darah. Neuropati diabetikum merupakan kondisi disfungsi saraf perifer yang disebabkan oleh DM bukan karena penyebab lain Neuropati perifer diabetik adalah gangguan adalah gangguan saraf perifer simetris distal saraf perifer simetris ditandai oleh kelainan sensorik, motorik dan autonom yang mengenai ekstremitas bagian distal. Neuropati perifer diabetik merupakan komplikasi mikrovaskular DM. Neuropati perifer diabetik merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas penderita DM (Lestari et al., 2025). Berdasarkan beberapa pengertian dapat disimpulkan bahwa neuropati perifer diabetik

merupakan komplikasi dari penyakit diabetes melitus yang ditandai dengan adanya gangguan saraf, terutama di daerah tungkai bawah yang ditandai dengan kesemutan, nyeri atau mati rasa yang lebih sering menyerang saraf di kaki

Hiperglikemia pada penderita DM mempengaruhi terjadinya fleksibilitas sel darah merah yang melepas O2, sehingga O2 dalam darah berkurang dan terjadi hipoksia perifer yang menyebabkan perfusi jaringan tidak efektif, sehingga menyebabkan rasa kesemutan yang sering timbul, hal ini berkaitan sirkulasi darah perifer menurun hingga ke serabut saraf (Kurniawan et al., 2021).

### 2.2.2 Etiologi Neuropati Diabetik

Neuropati diabetik muncul akibat kombinasi antara durasi diabetes yang panjang, kontrol glikemik buruk, dan berbagai faktor risiko yang dapat dimodifikasi. Faktor-faktor ini mempercepat kerusakan saraf melalui mekanisme inflamasi, stres oksidatif, gangguan mikrosirkulasi, dan perubahan metabolik. Adapun penjelasannya (Aktifah et al., 2025):

a. Hipertensi yang Tidak Terkontrol

   Tekanan darah tinggi yang tidak stabil meningkatkan kerusakan pada pembuluh darah kecil (mikrovaskular) yang menyuplai saraf. Ketika aliran darah ke saraf menurun, terjadilah hipoksia jaringan saraf sehingga saraf lebih rentan rusak.

b. Dislipidemia

   Kadar kolesterol dan trigliserida yang tinggi mempercepat proses aterosklerosis dan inflamasi pembuluh darah. Hal ini mengganggu suplai

oksigen dan nutrisi ke jaringan saraf, menyebabkan kerusakan mielin dan akson.

c. Obesitas Sentral

Lemak viseral berlebih meningkatkan proses inflamasi sistemik dan resistensi insulin. Kondisi ini mempercepat terjadinya stres oksidatif yang berperan langsung dalam kerusakan saraf perifer.

d. Kebiasaan Merokok

Nikotin dan bahan kimia rokok menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah kecil, sehingga mengurangi aliran darah ke saraf. Perokok memiliki risiko Neuropati Diabetik 2–3 kali lebih tinggi karena pemburukan mikrosirkulasi dan peningkatan stres oksidatif dalam jaringan saraf.

e. Pola Makan Tinggi Karbohidrat Olahan

Konsumsi karbohidrat olahan meningkatkan lonjakan gula darah yang memperburuk kontrol glikemik. Gula darah yang tidak stabil mempercepat proses glikosilasi dan kerusakan sel saraf.

f. Gaya Hidup Sedentari (Kurang Aktivitas Fisik)

Kurangnya aktivitas fisik berkontribusi pada obesitas, resistensi insulin, dan kontrol gula darah yang buruk. Kombinasi ini meningkatkan risiko kerusakan saraf dari waktu ke waktu.

g. Kurangnya Edukasi dan Intervensi Gaya Hidup

Intervensi seperti diet seimbang, olahraga teratur, dan berhenti merokok terbukti dapat mengurangi risiko Neuropati Diabetik hingga 40%. Ketidaktahuan atau kurangnya penerapan pola hidup sehat membuat risiko kerusakan saraf semakin tinggi.

### 2.2.3 Patofisiologi Neuropati Diabetik

Hiperglikemia persisten menyebabkan aktivasi poliol meningkat sehingga mengaktivasi enzim reduktase aldose yang mengubah glukosa menjadi sorbitol. Sorbitol kemudian diubah menjadi fruktosa oleh sorbitol dehydrogenase dengan memanfaatkan nikotiamid adenine dinukleotida teroksidasi (NAD+). Sorbitol dan fruktosa tidak terfosforilisasi, namun bersifat sangat hidrofilik sehingga penetrasinya lamban melalui membran lipid bilayer. Akumulasi sorbitol dan fruktosa dalam sel saraf menyebabkan keadaan hipertonik intraselular. Sel mengalami edema akibat masuknya air karena proses osmotik sehingga terjadi imbalans ionik dan imbalans metabolik sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan sel (Kurniawan et al., 2021).

Peningkatan sintesis sorbitol akan menghambat mioinositol masuk kedalam sel saraf. Penurunan mioinositol dan akumulasi sorbitol menimbulkan stres osmotik yang merusak mitokondria dan menstimulasi protein kinase C (PKC). Aktivasi PKC akan menekan fungsi NaK-ATP-Ase, sehingga kadar Na intraseluler menjadi berlebih mengakibatkan mioinositol masuk ke dalam sel saraf yang menyebabkan gangguan transduksi sinyal pada saraf. Jalur poliol juga menyebabkan turunnya persediaan NADPH saraf yang merupakan faktor penting glutathione dan nitric

oxide synthase (NOS) sehingga membatasi kemampuan saraf untuk mengurangi radikal bebas dan penurunan produksi nitric oxide (NO) (Kurniawan et al., 2021).

Hiperglikemia kronis juga menyebabkan terbentuknya advance glycosylation end products (AGEs) yang bersifat toksik dan merusak semua protein tubuh dan saraf. Terbentuknya AGEs dan sorbitol menyebabkan sintesis dan fungsi NO menurun sehingga mengakibatkan vasodilatasi berkurang, aliran darah ke sel saraf menurun dan disertai rendahnya dan disertai rendahnya mioinositol sehingga me mioinositol sehingga menyebabkan kerusakan sel saraf (Kurniawan et al., 2021).

### 2.2.4 Klasifikasi Neuropati Diabetik

Neuropati diabetes dikategorikan menjadi perifer, otonomik, proksimal dan fokal. Tiap jenis memengaruhi anggota tubuh berbeda-beda (Kurniawan et al., 2021):

a. Neuropati perifer: jenis neuropati diabetes yang paling umum dengan gejala nyeri atau hilangnya rasa di ujung jari kaki dan tangan terkadang hingga ke lengan.

b. Neuropati otonomik: gejala berupa penurunan pola defekasi, disfungsi nefrit, respons seksual dan kelenjar keringat. Terkadang juga memengaruhi saraf jantung dan tekanan darah, termasuk saraf paru-paru dan mata. Neuropati otonomik ini dapat juga menyebabkan delirium akibat hipoglikemia, di mana hilangnya gejala penting pertanda gula darah yang rendah.

c. Neuropati proksimal: menyebabkan nyeri pada paha, pinggang dan pantat di mana gejala yang lebih lanjut dapat menyebabkan kelemahan pada tungkai bawah.

d. Neuropati fokal: munculnya kelemahan yang tiba-tiba pada salah satu saraf sekelompok saraf yang menyebabkan kelemahan otot atau rasa nyeri. Semua saraf dalam tubuh dapat terpengaruh.

### 2.2.5 Manifestasi Klinis Neuropati Diabetik

Tanda dan gejala neuropati diabetik sangat bervariasi bergantung pada jenis saraf yang terkena. Secara umum, keluhan yang sering dialami mencakup (Kurniawan et al., 2021):

a. Rasa kebas atau mati rasa, terutama pada ibu jari, telapak kaki, kaki, tangan, lengan, dan jari tangan.

b. Nyeri, yang dapat berupa sensasi terbakar, tertusuk, seperti listrik, atau nyeri dalam.

c. Atrofi otot di kaki dan tangan akibat kelemahan saraf motorik.

d. Gangguan pencernaan, seperti mual, muntah, diare, atau sembelit, sebagai akibat kerusakan saraf otonom pada saluran cerna.

e. Pusing atau sensasi melayang ketika berdiri, yang disebabkan oleh hipotensi ortostatik akibat gangguan regulasi tekanan darah.

f. Gangguan berkemih, termasuk retensi urine atau inkontinensia karena gangguan inervasi kandung kemih.

g. Disfungsi seksual, seperti vagina kering pada perempuan atau disfungsi ereksi pada laki-laki.

h. Kelemahan tubuh, terutama pada ekstremitas, akibat gangguan pada saraf motorik.

## 2.3 Gangguan Sensitivitas Kaki pada Penderita Diabetes Mellitus

### 2.3.1 Definisi Gangguan Sensitivitas Kaki

Gangguan sensitivitas kaki merupakan kondisi ketika kemampuan kaki, khususnya pada area telapak kaki, untuk merasakan rangsangan sensorik menurun atau hilang. Sensitivitas kaki sendiri berasal dari fungsi saraf perifer yang bertugas menerima dan mengirimkan sinyal rangsangan ke otak. Ketika saraf-saraf ini mengalami kerusakan—misalnya akibat diabetes, gangguan vaskular, trauma, atau kondisi neuropati lainnya—maka muncul berbagai keluhan sensorik yang disebut sebagai neuropati perifer (Junquera-Godoy et al., 2025).

Penurunan sensitivitas ini ditandai dengan gejala berupa kesemutan, rasa tebal atau baal pada kaki, berkurangnya kemampuan merasakan sentuhan pada telapak kaki, nyeri seperti terbakar, kram otot, hingga rasa nyeri yang menjalar atau muncul lebih berat pada malam hari. Kerusakan umumnya terjadi pada serabut saraf sensorik sehingga pasien mengalami gangguan dalam merasakan tekanan, getaran, suhu, maupun rasa nyeri. Kondisi ini meningkatkan risiko cedera kaki, ulkus, serta komplikasi serius lainnya, terutama pada individu dengan penyakit kronis seperti diabetes mellitus (Rahmadianty. et al., 2025).

### 2.3.2 Mekanisme Terjadinya Gangguan Sensitivitas Kaki

Pada penderita diabetes mellitus, kadar glukosa darah yang tinggi dan tidak terkontrol dalam jangka panjang menyebabkan kerusakan progresif pada saraf perifer melalui serangkaian mekanisme metabolik dan vaskular yang kompleks. Hiperglikemia kronis memicu proses glikosilasi non-enzimatik pada protein sel saraf dan jaringan pendukungnya, membentuk Advanced Glycation End Products (AGEs) yang bersifat toksik dan dapat merusak struktur saraf. Selain itu, kondisi ini menyebabkan stres oksidatif akibat peningkatan radikal bebas yang tidak mampu dinetralkan oleh sistem antioksidan tubuh, sehingga menimbulkan kerusakan akson dan mielin. Gangguan mikrosirkulasi juga turut berperan, di mana pembuluh darah kecil yang menyuplai saraf *(vasa nervorum)* mengalami penebalan dinding, penyempitan lumen, dan penurunan perfusi. Akibatnya, saraf tidak mendapatkan oksigen dan nutrisi yang cukup untuk mempertahankan fungsi normalnya (Aithal & Bhat, 2024).

Kerusakan ini terutama terjadi pada serabut saraf sensorik yang berperan mengantarkan sensasi nyeri, tekanan, suhu, dan getaran dari kaki menuju otak. Ketika serabut sensorik ini mulai rusak, sinyal sensorik menjadi terganggu sehingga pasien mengalami gejala seperti kebas, kesemutan, sensasi terbakar, atau bahkan kehilangan sensasi sama sekali. Pada tahap tertentu, pasien mungkin tidak lagi mampu merasakan cedera kecil atau tekanan berlebih pada kaki, yang berisiko menyebabkan luka kronis dan ulkus diabetikum (Aithal & Bhat, 2024).

### 2.3.3 Dampak Gangguan Sensitivitas Kaki

Hilangnya sensasi atau penurunan sensitivitas kaki merupakan faktor risiko utama terjadinya ulkus diabetikum karena kondisi ini membuat penderita tidak mampu merasakan nyeri, tekanan, panas, atau adanya cedera kecil pada kaki. Ketika sensasi perlindungan ini hilang, berbagai trauma seperti lecet, gesekan alas kaki, tekanan berlebih pada titik tertentu, atau benda tajam tidak disadari dan terus berlanjut tanpa penanganan. Cedera kecil yang seharusnya mudah sembuh kemudian berkembang menjadi luka terbuka karena kulit mengalami tekanan berulang dan suplai darah ke jaringan sering kali juga terganggu akibat angiopati. Luka yang tidak terdeteksi ini sangat mudah terinfeksi, menyebabkan peradangan, pembentukan ulkus, dan dalam kasus berat dapat berkembang menjadi gangren. Kondisi ini bukan hanya meningkatkan risiko amputasi, tetapi juga menurunkan mobilitas dan kualitas hidup penderita secara signifikan (Clamiza et al., 2025).

### 2.3.4 Pemeriksaan dengan Uji Monofillament

Pemeriksaan monofilament merupakan salah satu metode paling sederhana, cepat, dan akurat untuk menilai apakah saraf sensorik pada kaki penderita diabetes masih berfungsi dengan baik. Pemeriksaan ini menggunakan alat khusus berupa Monofilament Semmes-Weinstein 10 gram, yaitu benang nilon kecil yang dirancang untuk memberikan tekanan konsisten sebesar 10 gram pada permukaan kulit. Tekanan ini cukup untuk menilai sensasi taktil tanpa menimbulkan nyeri. Monofilament ditempelkan pada 10 titik penting di kaki, antara lain pada jari kaki 1, 3, dan 5; area metatarsal 1, 3, dan 5; bagian tengah telapak kaki sisi medial dan lateral; tumit; serta punggung kaki. Titik-titik ini dipilih karena merupakan area

yang paling sering mengalami tekanan dan sangat rentan terhadap kerusakan pada penderita diabetes (Arvita et al., 2024).



Gambar 2.3.4. 1 10 titik pemeriksaan sensitivitas kakI

Sumber: Arvita et al., 2024

Tabel 2.3.4. 1 Kategori Pemeriksaan Sensitivitas Kaki (Monofilament 10 g*)*

| **Kriteria Penilaian** | **Kategori** | **Interpretasi/Keterangan** |
|---|---|---|
| ≥ 8 dari 10 titik terasa | Normal | Sensasi protektif masih utuh. Pasien mampu merasakan tekanan monofilament dan menunjukkan lokasi sentuhan dengan tepat. Risiko ulkus kaki rendah. |
| < 8 dari 10 titik terasa | Menurun / Abnormal | Tanda awal gangguan sensitivitas. Sensasi protektif mulai berkurang. Perlu pemantauan dan edukasi pencegahan cedera kaki. |
| ≤ 6 titik terasa / tidak merasakan ≥ 4 titik | Hilangan Sensasi Protektif (Loss of Protective Sensation/LOPS) | Saraf perifer mengalami kerusakan signifikan. Risiko tinggi luka, infeksi, dan ulkus diabetikum karena pasien tidak mampu merasakan tekanan atau cedera kecil. |

LOPS menunjukkan bahwa saraf perifer sudah mengalami kerusakan signifikan sehingga pasien berisiko tinggi mengalami luka atau ulkus diabetikum,

karena tidak dapat merasakan tekanan, gesekan, atau cedera kecil pada kakinya. Dalam proses penilaian, respon pasien dicatat sebagai berikut (Satti et al., 2024).

Tabel 2.3.4. 2 Skor Pemeriksaan

| Respon Pasien | Skore | Makna |
|---|---|---|
| Merasakan sentuhan dan dapat menunjukkan lokasi rangsangan dengan benar (dalam 2–3 kali pemeriksaan) | 1 (positif) | Sensasi normal pada titik tersebut |
| Tidak merasakan sentuhan atau tidak dapat menunjukkan lokasi rangsangan dengan benar | 0 (negatif) | Sensasi hilang pada titik tersebut |

### 2.3.5 Prosedur Pemeriksaan Sensitivitas Kaki dengan Uji Monofilament 10g

a. Pastikan pasien tidak menggunakan kaos kaki dan sebagainya

b. Sebelum pemeriksaan pada kaki pasien, uji coba monofilament pada sternum atau telapak tangan pasien untuk mengenalkan sensasi sentuhan monofilament

c. Minta pasien menutup mata dan memberi petunjuk agar mengatakan “iya” setiap kali merasakan sentuhan monofilament pada kakinya.

d. Monofilament diletakkan tegak lurus pada kulit yang diperiksa, penekanan dilakukan selama 2 detik, kemudian segera ditarik



Gambar 2.3.4. 2 Posisi Alat Monofilament 10g

Sumber: Satti et al., 2024

e. Gunakan monofilament pada 10 titik lokasi di kaki kanan dan kiri (plantar jari 1, 3, 5; metatarsal 1, 3, 5; midfoot medial dan lateral; tumit; serta punggung kaki). Jika terdapat ulkus, kapalan, atau bekas luka pada suatu titik, pemeriksaan dilakukan pada titik terdekat yang memungkinkan. Jika pasien memiliki amputasi jari, pilih area yang masih bisa diperiksa.

f. Pada masing-masing lokasi dilakukan 3 kali pemeriksaan, jika pasien terindikasi tidak merasakan monofilament

## 2.4 Senam Kaki Diabetes

### 2.4.1 Definisi Senam Kaki Diabetes

Senam kaki diabetik adalah serangkaian gerakan olahraga yang dirancang khusus untuk membantu menjaga kesehatan kaki bagi penderita diabetes. Karena diabetes dapat mempengaruhi sirkulasi darah, saraf, dan kulit kaki, senam kaki bertujuan untuk meningkatkan aliran darah, memperkuat otot-otot kaki, dan mencegah komplikasi seperti luka atau infeksi. Senam kaki juga membantu

mengurangi rasa nyeri atau kesemutan yang sering dialami oleh penderita neuropati diabetik (Moh. Manfaat, 2024).

Menurut (Arifin & Rachmawati, 2020) Senam kaki berfungsi untuk menurunkan kadar glukosa darah dan mengurangi faktor resiko kardivaskuler. Sebab senam kaki akan meningkatkan penggunaan glukosa bagi otot yang aktif dimana otot mengganti cadangan glukosa menjadi energi secara langsung dan mampu menurunkan kadar glukosa darah. Senam kaki juga dapat meningkatkan kekuatan otot betis, otot paha dan mengatasi kekakuan pada pergerakan sendi

Berdasarkan penelitian dari (Yulianti & Januari, 2021) didapatkan hasil penurunan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2, dibuktikan dengan adanya penurunan nilai rata-rata sebelum dan sesudah dilakukan senam kaki diabetes dengan selisih 15,28 sehingga dinyatakan bahwa senam kaki diabetes berpengaruh terhadap penuruan kadar gula darah.

### 2.4.2 Manfaat Senam Kaki Diabetes

Menurut Kemenkes 2024 adapun manfaat dari senam kaki diabetes yakni sebagai berikut (Moh. Manfaat, 2024):

a. Meningkatkan sirkulasi darah: Gerakan ini membantu meningkatkan aliran darah ke kaki dan kaki bagian bawah, yang seringkali terpengaruh oleh diabetes.

b. Mencegah luka dan infeksi: Dengan menjaga fleksibilitas dan kekuatan kaki, senam ini dapat mencegah cedera atau luka kecil yang dapat berkembang menjadi masalah serius.

c. Mengurangi rasa nyeri dan kesemutan: Penderita neuropati diabetik sering merasakan kesemutan atau rasa nyeri pada kaki, dan senam kaki dapat membantu mengurangi gejala ini.

d. Memperkuat otot-otot kaki: Meningkatkan kekuatan otot kaki juga membantu penderita diabetes untuk tetap aktif dan bergerak dengan baik.

### 2.4.3 Indikasi dan Kontraindikasi Senam Kaki Diabetes

Menurut (Gusty & Sartini, 2024) indikasi dan kontaindikasi senam kaki diabetes sebagi berikut:

a. Indikasi

Pasien didiagnosa menderita Diabetes Mellitus sebagai tindakan pencegahan dini terhadap ulkus kaki diabetes dengan melakukan senam kaki. Senam kaki ini dapat diberikan kepada seluruh penderita Diabetes mellitus dengan tipe 1 maupun 2. Pelaksanaan senam ini sebaiknya diberikan sejak menderita penyakit DM.

b. Kontraindikasi

a. Terjadinya perubahan fungsi fisiologis pada pasien seperti nyeri pada dada dan dispnea

b. Cemas, khawatir dan depresi

c. *Diabetic Foot Ulcer* (DFU) akan memerlukan waktu yang lama untuk sembuh dan perawatan yang tepat.

### 2.4.4 Pelaksanaan Senam Kaki Diabetes

a. Mengatur posisi dengan posisi duduk



Gambar 2.4.4. 1 Posisi Duduk

b. Lepaskan kaos kaki atau benda yang menghambat tindakan terapi

c. Meletakkan tumit di lantai, jari-jari kedua kaki diluruskan ke atas lalu dibengkokkan kembali ke bawah seperti cakar ayam sebanyak 8 kali, Angkat ujung kaki, tumit kaki tetap diletakkan di atas lantai kemudian turunkan ujung kaki, lalu angkat tumitnya dan turunkan kembali sebanyak 8 kali.



Gambar 2.4.4. 2 Membengkokkan dan Mengangkat Jari Kaki

d. Angkat kedua ujung kaki, putar kaki pada pergelangan kaki ke arah samping kemudian turunkan kembali ke lantai dan gerakkan ke tengah sebanyak 8 kali. Angkat kedua tumit kaki, putar kedua tumit kaki ke arah samping kemudian turunkan kembali ke lantai dan gerakkan ke tengah sebanyak 8 kali.



Gambar 2.4.4. 3 Memutar Ujung Tumit dan Jari Kaki

e. Angkat salah satu lutut dan luruskan, gerakkan jari kaki ke depan kemudian turunkan kembali kaki bergantian kaki kanan dan kiri sebanyak 8 kali.



Gambar 2.4.4. 4 Mengangkat Kaki

f. Luruskan salah satu kaki di atas lantai kemudian angkat kaki tersebut. Lalu gerakkan ujung-ujung jari kaki ke arah wajah anda kemudian turunkan kembali ke lantai sebanyak 8 kali.



Gambar 2.4.4. 5 Menggerakkan Ujung Kaki kea rah Wajah

g. Sama seperti latihan sebelumnya tetapi dilakukan dengan kedua kaki secara bersamaan sebanyak 8 kali.



Gambar 2.4.4. 6 Menggerakkan Ujung Kaki Secara Bersamaan

h. Luruskan salah satu kaki dan angkat lurus ke depan, putar kaki pada pergelangan kaki kemudian tuliskan di udara dengan kaki menggunakan angka 0-9.



Gambar 2.4.4. 7 Membuat Angka 0-9

## 2.5 Bola Bergerigi sebagai Media Terapi

### 2.5.1 Definisi dan Karakteristik Bola Bergerigi

Bola bergerigi *(spiky massage ball)* merupakan alat terapi berbentuk sferis yang terbuat dari bahan *polivinil klorida* (PVC) dengan permukaan yang dilengkapi tonjolan-tonjolan berbentuk kerucut tumpul yang tersebar merata di seluruh permukaannya. Tonjolan-tonjolan dari bola bergerigi tersebut dapat menstimulus saraf-saraf yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan otot, sehingga dapat memicu dalam melakukan gerakan otot yang lebih kuat. Tonjolan-tonjolan pada bola bergerigi juga mampu menstimulus saraf sensori yang ada di permukaan tangan yang kemudian diteruskan ke otak (Margiyati et al., 2022).

Karakteristik fisik bola bergerigi meliputi:

a. Material: Terbuat dari polimer termoplastik berkualitas medis, PVC bebas phthalate, atau silikon *food grade* yang aman, tidak beracun, tidak berbau, dan mudah dibersihkan.

b. Ukuran: Tersedia dalam berbagai ukuran mulai dari 6 cm hingga 10 cm diameter, dengan ukuran yang berbeda disesuaikan untuk area tubuh tertentu. Ukuran yang lebih kecil cocok untuk area kaki dan tangan, sedangkan ukuran lebih besar untuk kelompok otot yang lebih luas

c. Tingkat kekerasan: Tersedia dalam varian keras dan lunak, di mana bola lunak memberikan pijatan yang lebih lembut sementara bola keras memberikan pengalaman yang lebih intens

d. Desain tonjolan: Tonjolan berbentuk kerucut tumpul dengan panjang 1-2 cm yang tersusun dalam pola seragam di seluruh permukaan bola, dirancang untuk menembus jauh ke dalam jaringan otot.

e. Portabilitas: Ringan, mudah dibawa, dan dapat digunakan di rumah, klinik, atau gym tanpa memerlukan peralatan tambahan.

### 2.5.2 Manfaat Bola Bergerigi untuk Stimulasi Sensorik

Penggunaan bola bergerigi dalam senam kaki diabetes memberikan keunggulan yang signifikan dibandingkan senam kaki konvensional. Bola bergerigi memiliki tekstur elastis dengan tonjolan-tonjolan kecil pada permukaannya yang menghasilkan rangsangan mekanik saat ditekan atau digulingkan dengan telapak kaki. Rangsangan dari gerigi tersebut memberikan efek pijatan yang menstimulasi reseptor saraf sensorik di telapak kaki. Pada penderita diabetes mellitus yang umumnya mengalami penurunan sensitivitas akibat neuropati perifer, stimulasi ini dapat membantu mengaktifkan kembali respons saraf sehingga memperbaiki persepsi sensasi pada kaki (Indriyani, 2025).

Selain manfaat refleksi, tekanan berulang pada telapak kaki memberikan rangsangan proprioseptif dan taktil yang berkontribusi meningkatkan kepekaan kulit (*cutaneous sensitivity*) pada penderita dengan penurunan sensasi. Rangsangan dari telapak kaki kemudian dihantarkan melalui serabut saraf sensorik menuju medula spinalis dan diproses lebih lanjut di korteks sensorik. Informasi sensorik

yang dipersepsikan ini selanjutnya diteruskan ke korteks motorik untuk memicu aktivasi jalur motorik (Nugroho, 2022)

Pada proses tersebut, impuls motorik yang terbentuk pada neuron motorik di kornu anterior medula spinalis berjalan melalui radiks anterior, pleksus lumbosakral, dan saraf perifer menuju otot-otot ekstremitas bawah. Impuls kemudian dihantarkan ke sel otot melalui motor end plate pada sinaps neuromuskular, sehingga menghasilkan kontraksi otot selama pelaksanaan senam kaki. Mekanisme ini disebut sebagai *feed-forward control*, yaitu respons otomatis tubuh terhadap rangsangan tekanan dan sentuhan halus yang diterima telapak kaki (Indriyani, 2024)

Berbagai literatur menyebutkan bahwa bola bergerigi bermanfaat memberikan stimulasi pijat refleksi, merilekskan kaki, serta melancarkan sirkulasi darah pada penderita diabetes mellitus (Adiputra et al., 2020). Gerigi pada permukaan bola mampu menstimulasi area refleksi pankreas yang dipercaya dapat membantu meningkatkan pembentukan insulin serta meningkatkan aliran oksigen dan nutrisi menuju jaringan (Indriyani, 2025). Stimulasi ini sejalan dengan prinsip Terapi Sujok yang menyatakan bahwa organ tubuh memiliki titik representatif pada tangan dan kaki, sehingga pemberian tekanan atau rangsangan pada area refleksi tertentu dapat memengaruhi fungsi organ terkait melalui aktivasi mekanisme penyembuhan alami tubuh (Utomo et al., 2021).




Gambar 2.5.2. 1 Area Refleksi Pankreas pada Telapak Kaki

Sumber: Saras, T. 2023.

## 2.6 Senam Kaki Kombinasi Bola Bergerigi

### 2.6.1 Konsep Kombinasi Senam Kaki dengan Bola Bergerigi

Senam kaki kombinasi bola bergerigi adalah latihan sederhana yang menggabungkan gerakan senam kaki (*foot exercise*) dengan stimulasi sensorik menggunakan bola yang memiliki permukaan bergerigi (*spiky ball*). Latihan ini bertujuan meningkatkan fungsi otot kaki, memperbaiki aliran darah, meningkatkan sensitivitas saraf perifer, serta mencegah komplikasi kaki—khususnya pada individu dengan risiko neuropati perifer (Margiyati et al., 2022) seperti penderita Diabetes Mellitus.

### 2.6.2 Tujuan Senam Kaki dengan Bola Bergerigi

a. Meningkatkan sirkulasi darah pada kaki melalui gerakan aktif dan tekanan dari bola.

b. Melatih kekuatan dan kelenturan otot kaki, terutama otot intrinsik kaki yang penting untuk keseimbangan.

c. Merangsang reseptor sensorik kulit, membantu mempertahankan sensitivitas kaki.

d. Mencegah kaku sendi di pergelangan, jari kaki, dan telapak kaki.

e. Menurunkan risiko luka kaki akibat tekanan berlebih atau mati rasa.

### 2.6.3 Manfaat Senam Kaki dengan Bola Bergerigi

a. Membantu mengurangi nyeri kaki akibat aliran darah yang kurang baik.

b. Mengurangi risiko ulkus kaki dengan memperbaiki distribusi tekanan.

c. Membantu deteksi dini area yang mulai kehilangan sensasi.

d. Memberi efek relaksasi dan membuat kaki terasa lebih ringan.

### 2.6.4 Prinsip Latihan Senam Kaki dengan Bola Bergerigi

a. Dilakukan secara bertahap, 1–2 kali sehari, durasi 10–15 menit.

b. Intensitas tekanan disesuaikan, tidak sampai menimbulkan nyeri tajam.

c. Bola bergerigi menjadi media untuk:

    1) Menekan titik-titik refleksi,

    2) Memijat telapak kaki,

    3) Melatih propriosepsi (kesadaran posisi tubuh),

    4) Meningkatkan stimulasi sensori.

### 2.6.5 Pelaksanaan Senam Kaki Diabetes Kombinasi Bola Bergerigi

Pada Gerakan senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi ini dilakukan seperti senam kaki diabetes pada umumnya, namun terdapat penambahan gerakan sebagai berikut:

a. Gerakan menginjak bola yaitu posisikan kaki di atas bola gerakan ke depan dan ke belakang sebanyak 8 kali dengan posisi telapak kaki di atas bola.



Gambar 2.6.5. 1 Menginjak dan Menggelindingkan Bola

b. Letakkan kaki di atas bola dengan posisi tumit menempel di kaki, lakukan gerakan menggenggam bola dengan jari-jari kaki sebanyak 8 kali kaki kanan dan 8 kali kaki kiri dan lakukan gerakan menggoyang kaki di atas bola ke kanan dan ke kiri sebanyak 8 kali kanan dan kiri secara bergantian.



Gambar 2.6.5. 2 Menggenggam dan Menggoyangkan Bola

c. Letakkan kaki di atas bola dengan posisi tumit menempel di lantai, lakukan gerakan mengoper bola menggunakan bagian telapak kaki ke kanan dan ke kiri sebanyak 8 kali kanan dan kiri



Gambar 2.6.5. 3 Mengoper Bola

d. Letakkan kaki di atas bola dengan posisi tumit tidak menempel di lantai. Lakukan gerakan memutar searah dan berlawanan jarum jam sebanyak 8 kali kanan dan kiri.



Gambar 2.6.5. 4 Memutar Ujung Jari dengan Bola

e. Letakkan tumit kaki di atas bola, lakukan gerakan punggung kaki menekuk ke arah dalam sebanyak 8 kali pada kaki kanan dan kiri lakukan gerakan punggung kaki menekuk ke arah luar sebanyak 8 kali pada kaki kanan dan kiri secara bergantian.



Gambar 2.6.5. 5 Memutar Tumit dengan Bola

f. Jepit bola dengan sisi dalam kedua kaki. Lakukan gerakan mengangkat bola sebanyak 8 kali.



Gambar 2.6.5. 6 Menjepit Bola

g. Letakkan sisi dalam kedua kaki di atas bola, lakukan gerakan maju mundur dengan posisi telapak kaki menempel di bola sebanyak 8 kali.



Gambar 2.6.5. 7 Menggelinding Bola dengan Kedua Kaki

h. Posisikan kaki dengan tumit saling menempel dan letakkan bola di antara kedua kaki, lakukan gerakan menggenggam dan melepas bola sebanyak 8 Kali



Gambar 2.6.5. 8 Menggenggam dan Melepas Bola

## 2.7 Respon Subjektif

### 2.7.1 Pengertian

Data subjektif adalah data yang didapat berdasarkan persepsi klien tentang masalah kesehatannya, yang diperoleh melalui wawancara, observasi, dan pengkajian fisik dalam proses keperawatan. Dalam praktik keperawatan, respon subjektif merupakan komponen fundamental dalam tahap pengkajian karena mencerminkan pengalaman personal pasien yang tidak dapat diukur secara langsung melalui pemeriksaan fisik semata (Kristina et al., 2026)

Respon subjektif merupakan segala bentuk respon yang dirasakan secara langsung oleh individu sebagai hasil dari persepsi terhadap kondisi tubuh maupun lingkungan, dan hanya dapat diketahui melalui ungkapan verbal pasien. Dalam praktik keperawatan, respon subjektif menjadi bagian fundamental dalam proses pengkajian karena memberikan gambaran mengenai pengalaman personal pasien yang tidak dapat diukur secara langsung melalui pemeriksaan objektif (Kristina et al., 2026)

Respon subjektif mencerminkan bagaimana individu menginterpretasikan sensasi yang muncul dalam tubuhnya, seperti nyeri, kesemutan, kebas, rasa tidak

nyaman, maupun perasaan nyaman. Pada kondisi penyakit kronis seperti Diabetes Mellitus tipe 2, respon subjektif memiliki peran yang sangat penting karena banyak gejala awal yang muncul bersifat sensorik dan tidak selalu dapat terdeteksi melalui pemeriksaan fisik. Gangguan neuropati perifer, misalnya, sering kali pertama kali dirasakan oleh pasien dalam bentuk kesemutan atau penurunan sensitivitas, sebelum akhirnya dapat dikonfirmasi melalui pemeriksaan objektif.

Menurut (Pramidyastuti & Theresia, 2024), gangguan perfusi perifer pada pasien Diabetes Mellitus menyebabkan perubahan sensasi pada ekstremitas yang dirasakan secara subjektif oleh pasien. Hal ini menunjukkan bahwa respon subjektif tidak hanya sekadar keluhan, tetapi merupakan indikator klinis awal yang penting dalam mendeteksi gangguan kesehatan. Oleh karena itu, dalam konteks keperawatan, respon subjektif tidak dapat diabaikan dan harus dikaji secara sistematis untuk mendukung penentuan diagnosis dan evaluasi intervensi.

### 2.7.2 Karakteristik

Respon subjektif memiliki beberapa karakteristik utama (Kristina et al., 2026).

a. Bersifat individual, dimana setiap pasien dapat memiliki persepsi yang berbeda terhadap kondisi yang sama. Hal ini dipengaruhi oleh pengalaman, kondisi psikologis, serta ambang toleransi masing-masing individu.
b. Bersifat dinamis, artinya dapat berubah seiring waktu, terutama setelah dilakukan intervensi keperawatan. Perubahan ini menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas tindakan yang diberikan.
c. Tidak selalu sejalan dengan data objektif. Dalam beberapa kondisi, pasien dapat merasakan ketidaknyamanan meskipun hasil pemeriksaan fisik tidak

menunjukkan perubahan yang signifikan. Oleh karena itu, respon subjektif tetap menjadi bagian penting dalam pengkajian keperawatan karena mencerminkan pengalaman nyata pasien.

### 2.7.3 Faktor yang mempengaruhi

Respon subjektif dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal (Kristina et al., 2026).

a. Faktor fisiologis seperti kondisi penyakit, gangguan saraf, dan tingkat keparahan penyakit sangat berpengaruh terhadap jenis dan intensitas respon yang dirasakan. Pada pasien Diabetes Mellitus tipe 2, kerusakan saraf perifer akibat hiperglikemia kronis menyebabkan munculnya sensasi abnormal seperti kesemutan dan kebas.
b. Faktor psikologis seperti kecemasan dan stres juga berperan dalam memperkuat persepsi terhadap ketidaknyamanan.
c. Faktor sosial dan budaya mempengaruhi cara pasien mengungkapkan keluhan, dimana beberapa individu lebih terbuka, sementara yang lain cenderung menahan keluhan.

Penelitian (Arifahyuni & Retnaningsih, 2024) menunjukkan bahwa kondisi fisiologis dan intervensi yang diberikan, seperti senam kaki, berperan dalam memperbaiki kondisi pasien yang ditandai dengan perubahan respon subjektif berupa berkurangnya keluhan.

### 2.7.4 Cara pengkajian respon subjektif

Pengkajian respon subjektif dilakukan melalui wawancara langsung dengan pasien menggunakan teknik komunikasi terapeutik. Pertanyaan terbuka digunakan

agar pasien dapat mengungkapkan apa yang dirasakan secara lebih bebas dan mendalam, seperti perubahan yang dirasakan sebelum dan setelah intervensi(Kristina et al., 2026).

Selain wawancara, observasi terhadap ekspresi verbal dan non-verbal pasien juga dapat digunakan sebagai data pendukung. Dalam pendekatan teori Katharine Kolcaba, pengkajian kenyamanan yang berbasis respon subjektif dapat dilakukan melalui wawancara, observasi, dan pemeriksaan fisik tanpa harus menggunakan instrumen baku seperti *General Comfort Questionnaire (GCQ)* (Astuty & Nursanti, 2024) Hal ini menunjukkan bahwa respon subjektif menjadi dasar utama dalam menilai pengalaman pasien.

## 2.8 Kenyamanan

### 2.8.1 Pengertian

Kenyamanan merupakan kondisi terpenuhinya kebutuhan dasar individu yang ditandai dengan perasaan tenang, rileks, dan terbebas dari ketidaknyamanan. Dalam keperawatan, kenyamanan menjadi salah satu tujuan utama dari intervensi yang diberikan kepada pasien karena berkaitan dengan kesejahteraan dan kualitas hidup pasien (Kristina et al., 2026).

Kenyamanan bersifat subjektif dan hanya dapat dinilai berdasarkan persepsi individu. Oleh karena itu, penilaian kenyamanan sangat bergantung pada respon subjektif pasien terhadap kondisi yang dialaminya

### 2.8.2 Teori Kenyamanan Kolcaba

Teori kenyamanan yang dikemukakan oleh Katharine Kolcaba menjelaskan bahwa kenyamanan terdiri dari tiga bentuk utama, yaitu relief, ease, dan

transcendence, yang dialami dalam empat konteks yaitu fisik, psikospiritual, sosiokultural, dan lingkungan (Kristina et al., 2026).

a. Relief merupakan kondisi dimana pasien terbebas dari ketidaknyamanan, seperti berkurangnya kesemutan atau kebas.
b. Ease menggambarkan perasaan tenang dan nyaman secara fisik maupun psikologis.
c. Transcendence menunjukkan kemampuan pasien untuk tetap beradaptasi dan menjalani aktivitas meskipun masih terdapat keluhan ringan.

Menurut (Astuty & Nursanti, 2024), pengkajian kenyamanan dilakukan dengan menilai ketiga bentuk tersebut dalam empat konteks pengalaman pasien melalui wawancara, observasi, dan pemeriksaan fisik. Pendekatan ini menekankan bahwa kenyamanan harus dipahami secara holistik.

Relevansi teori ini diperkuat oleh (Lin et al., 2024) yang menyatakan bahwa penerapan teori Kolcaba dalam praktik keperawatan modern mampu memberikan dampak positif terhadap kualitas hidup pasien secara menyeluruh.

### 2.8.3 Faktor yang mempengaruhi

Kenyamanan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi kesehatan, lingkungan, dukungan sosial, serta intervensi keperawatan yang diberikan. Pada pasien Diabetes Mellitus tipe 2, gangguan sensitivitas kaki dapat menurunkan kenyamanan sehingga diperlukan intervensi untuk memperbaiki kondisi tersebut (Zaini, 2019).

Penelitian (Arifahyuni & Retnaningsih, 2024) menunjukkan bahwa intervensi seperti senam kaki dapat memberikan dampak positif terhadap kondisi

pasien melalui perbaikan sirkulasi darah dan stimulasi saraf. Hal ini berpengaruh terhadap munculnya rasa nyaman pada pasien.

## 2.9 Hubungan Respon Subjektif dengan Kenyamanan

Respon subjektif dan kenyamanan memiliki hubungan yang sangat erat karena kenyamanan merupakan pengalaman yang dirasakan oleh individu dan hanya dapat dinilai melalui persepsi pasien. Oleh karena itu, respon subjektif digunakan sebagai indikator utama dalam menilai tingkat kenyamanan pasien. Pada pasien Diabetes Mellitus tipe 2, gangguan sensitivitas kaki menimbulkan keluhan seperti kesemutan dan kebas yang mempengaruhi kenyamanan. Intervensi seperti senam kaki kombinasi bola bergerigi bertujuan untuk memperbaiki kondisi tersebut melalui peningkatan sirkulasi darah dan stimulasi saraf perifer.

Penelitian (Pramidyastuti & Theresia, 2024) menunjukkan bahwa senam kaki dapat memperbaiki perfusi perifer yang ditandai dengan berkurangnya keluhan kesemutan. Hal ini sejalan dengan (Arifahyuni & Retnaningsih, 2024) yang menyatakan bahwa perubahan respon subjektif pasien menjadi indikator keberhasilan intervensi.

Jika dikaitkan dengan teori Kolcaba, perubahan respon subjektif tersebut mencerminkan terpenuhinya kebutuhan kenyamanan pasien, yaitu relief, ease, dan transcendence. Dengan demikian, respon subjektif tidak hanya menjadi data pengkajian, tetapi juga menjadi dasar dalam menilai keberhasilan intervensi keperawatan dalam mencapai kenyamanan pasien secara holistik.

# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan ini sering digunakan dalam penelitian kualitatif karena mampu memberikan gambaran mendalam mengenai fenomena yang diteliti melalui eksplorasi terhadap kasus secara intensif dan terperinci. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menangkap gambaran menyeluruh mengenai proses implementasi, respon subjektif, serta pengalaman pasien selama mengikuti senam kaki. Pendekatan ini tidak berfokus pada angka atau generalisasi, tetapi pada makna dan pemahaman mendalam terkait pengalaman individu.

## 3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan subjek yang digunakan sebagai sumber utama meneliti oleh peneliti. Subjek pada studi kasus ini adalah 2 pasien DM tipe 2 yang bertempat tinggal di wilayah Puskesmas Kedungkandang. Pada studi kasus ini,subjek penelitian dipilih sesuai sample kriteria sebagai berikut:

a. Kriteria Inklusi: Karakteristik yang harus dipenuhi oleh subjek agar dapat ikut serta dalam penelitian

    1) Pasien DM tipe 2 bertempat tinggal di wilayah Puskesmas Kedungkandang

2) Pasien yang mengalami gangguan sensitivitas kaki dalam kategori menurun dan LOPS *(Loss of Protective Sensation/LOPS)* ≤ 8 titik terasa.

3) Dapat berkomunikasi dengan baik

4) Bersedia mengikuti kegiatan mulai dari awal pertemuan sampai akhir pertemuan

b. Kriteria eksklusif: Karakteristik yang menyebabkan subjek tidak dapat diikut sertakan dalam penelitian

1) Pasien DM tipe 2 yang memiliki luka ulkus diabetikum.

2) Pasien DM tipe 2 yang mengalami sakit berat atau kondisi yang menghambat intervensi

## 3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja Puskesmas Kedungkandang dengan melakukan implementasi ke-dua rumah subjek. Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 2 minggu dengan 6 kali kunjungan periode 26 Januari 2026 s/d 08 Februari 2026 disesuaikan dengan jadwal temu subjek.

## 3.4 Fokus Studi dan Definisi Operasional Fokus Studi

### 3.4.1 Fokus Studi

Fokus studi merupakan kajian utama dalam masalah yang akan dijadikan acuan untuk studi kasus. Dalam penelitian ini yang menjadi fokus studi adalah Senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi dan penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 yang mengalami gangguan sensitivitas kaki.

### 3.4.2 Definisi Operasional

Tabel 3.4.2. 1 Definisi Operasional

| Fokus Studi | Definisi Operasional | Parameter | Instrumen |
|---|---|---|---|
| Senam Kaki Kombinasi Bola Bergerigi | Senam kaki kombinasi bola bergerigi adalah latihan sederhana yang menggabungkan gerakan senam kaki (*foot exercise*) dengan stimulasi sensorik menggunakan bola yang memiliki permukaan bergerigi (*spiky ball*). | 1. Pengetahuan Senam Kaki Diabetes<br>2. Keteraturan pelaksanaan senam kaki<br>3. Respon Subjektif | 1. Lembar wawancara pre implementasi<br>2. Lembar Observasi senam kaki diabetes<br>3. Lembar wawancara post implementasi dan Bola bergerigi |
| Gangguan Sensitivitas Kaki | Gangguan sensitivitas kaki adalah kondisi menurunnya atau hilangnya kemampuan kaki dalam merasakan rangsangan. Pemeriksaan dilakukan dengan uji monofilament 10 gram pada beberapa titik di telapak kaki, kemudian subjek menyebutkan titik yang dirasakan. | 1. Gejala Sensitivitas Kaki yang dialami<br>2. Menyebutkan lokasi titik yang terasa<br>3. Perubahan sensasi sebelum–sesudah implementasi | 1. Lembar Wawancara pre-implementasi<br>2. Lembar Observasi pemeriksaan sensitivitas kaki dan Monofilament 10g<br>3. Lembar wawancara post-implementasi |

## 3.5 Instrumen Penelitian dan Prosedur Pengumpulan Data

### 3.5.1 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Lembar Wawancara Pre-Post Implementasi

Berisi daftar pertanyaan terbuka (*open-ended questions*) yang digunakan untuk menggali pengalaman, persepsi, pengetahuan, dan perubahan

pemahaman subjek sebelum dan sesudah pelaksanaan senam kaki menggunakan bola bergerigi. Lembar ini membantu menilai aspek subjektif subjek terkait sensitivitas kaki,pengetahuan Diabetes Melitus, keluhan, serta persepsi terhadap manfaat intervensi.

b. Satuan Operasional Prosedur Senam Kaki Diabetes Kombinasi Bola Bergerigi

SOP ini berisi langkah-langkah standar pelaksanaan senam kaki menggunakan bola bergerigi, meliputi persiapan alat, posisi subjek, urutan gerakan, durasi setiap gerakan, frekuensi pelaksanaan, dan aturan keselamatan. SOP disusun agar intervensi dilakukan secara konsisten dan sesuai standar.

c. Lembar Observasi Senam Kaki Kaki Diabetes Kombinasi Bola Bergerigi

Digunakan untuk menilai proses pelaksanaan senam kaki (kelengkapan gerakan, ketepatan langkah, durasi, dan kepatuhan).

d. Satuan Operasional Prosedur Pemeriksaan Monofilament

SOP ini menjelaskan prosedur pemeriksaan sensitivitas kaki menggunakan monofilament 10 g secara standar. Mengatur persiapan, teknik pemeriksaan, titik-titik penekanan (10 titik), cara memberikan instruksi kepada subjek, dan interpretasi hasil (normal atau gangguan sensitivitas).

e. Lembar Pemeriksaan Monofilament

Berisi tabel penilaian sensitivitas berdasarkan jumlah titik yang dirasakan subjek.

f. Bola Bergerigi

Bola bergerigi digunakan sebagai alat intervensi senam kaki. Bola ini terbuat dari bahan polimer termoplastik berkualitas yang aman dan tidak mudah berubah bentuk, dengan permukaan dilengkapi tonjolan (gerigi) yang tersebar merata. Gerigi berfungsi memberikan stimulasi mekanik pada telapak kaki untuk merangsang saraf sensorik, meningkatkan sirkulasi darah perifer, serta membantu mempertahankan sensitivitas kaki. Bola tersedia dalam berbagai ukuran dan tingkat kekerasan sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan latihan.

g. Monofilament 10 g

Monofilament 10 gram digunakan sebagai alat pemeriksaan sensitivitas kaki. Alat ini berupa serabut nilon standar yang memberikan tekanan sebesar 10 gram saat ditekankan tegak lurus pada kulit hingga melengkung. Pemeriksaan dilakukan pada 10 titik standar telapak kaki untuk menilai fungsi saraf sensorik perifer. Monofilament 10 gram merupakan metode skrining yang sederhana dan efektif untuk mendeteksi penurunan sensitivitas kaki pada penderita diabetes.

### 3.5.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan beberapa teknik untuk memperoleh informasi yang komprehensif dan mendalam terkait implementasi senam kaki kombinasi bola bergerigi pada penderita Diabetes Mellitus Tipe 2. Penggunaan berbagai teknik ini bertujuan untuk meningkatkan

kelengkapan data serta memperkuat validitas temuan melalui triangulasi sumber dan metode.

a. Wawancara mendalam (in-depth interview) dilakukan secara semi-terstruktur pada tahap pretest dan posttest. Pada tahap pretest, wawancara digunakan untuk mengkaji tingkat pengetahuan pasien mengenai Diabetes Mellitus serta sensitivitas kaki secara subjektif sebagai data awal sebelum intervensi. Pada tahap posttest, wawancara difokuskan pada respon subjektif pasien setelah pelaksanaan senam kaki kombinasi bola bergerigi, khususnya terkait perubahan sensasi pada kaki dan persepsi manfaat intervensi. Wawancara dilakukan secara langsung menggunakan pedoman yang telah disusun dan dicatat secara sistematis untuk dianalisis lebih lanjut.
b. Observasi langsung dilakukan oleh peneliti saat pasien melaksanakan senam kaki kombinasi bola bergerigi untuk menilai kepatuhan terhadap prosedur, ketepatan gerakan, durasi, serta respon fisik pasien selama dan setelah intervensi. Selain itu, observasi juga dilakukan pada saat pemeriksaan sensitivitas kaki menggunakan monofilament test 10 g guna mengetahui perkembangan kemampuan pasien dalam merasakan rangsangan sentuhan pada titik-titik tertentu di telapak kaki . Hasil observasi dicatat menggunakan lembar observasi yang telah distandarkan.
c. Dokumentasi digunakan untuk melengkapi dan memperkuat data hasil wawancara dan observasi, meliputi catatan keperawatan, hasil pemeriksaan sensitivitas kaki, lembar observasi, pedoman wawancara, serta dokumentasi pendukung lainnya yang relevan dengan penelitian. Data dokumentasi

berfungsi sebagai bukti tertulis pelaksanaan intervensi dan sebagai bahan pendukung dalam proses analisis data.

### 3.5.3 Prosedur Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini subjek diwawancarai dan diobservasi secara mendalam. Langkah-langkah pengumpulan data penelitian adalah sebagai berikut:

a. Tahap awal:

1) Peneliti meminta surat ijin studi kepada Ketua Jurusan Keperawatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang

2) Peneliti mengurus izin pelaksanaan penelitian di wilayah kerja Puskesmas Kedungkandang Malang.

3) Peneliti meminta data klien dengan subjek penderita DM Tipe 2 yang mengalami gangguan sensitivitas kaki kepada pihak Puskesmas Kedungkandang untuk menyeleksi subjek penelitian yang sesuai dengan kriteria inklusi yang telah ditentukan.

4) Peneliti memilih dua orang subjek penelitian berdasarkan data yang tersedia, dengan bantuan dari Puskesmas Kedungkandang

5) Peneliti melakukan kunjungan ke rumah subjek untuk melakukan pendekatan awal serta memberikan penjelasan terkait tujuan penelitian, metode pelaksanaan, manfaat, dan jaminan kerahasiaan data pribadi.

6) Setelah subjek menyatakan kesediaannya untuk berpartisipasi, peneliti meminta subjek menandatangani lembar persetujuan (informed consent) sebagai bukti persetujuan menjadi partisipan penelitian.

7) Peneliti melakukan kontrak waktu dengan subjek untuk menentukan waktu yang fleksibel guna pelaksanaan wawancara, observasi serta implementasi senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi dan pemeriksaan sensitivitas pada kaki

b. Tahap Pelaksanaan

1) Peneliti melakukan kunjungan rumah sebanyak enam kali dalam kurun waktu 2 minggu, yaitu tiga kali dalam seminggu, dengan durasi wawancara dan observasi masing-masing 15–30 menit per pertemuan.

2) Peneliti melakukan wawancara keluhan subjektif untuk pengumpulan data awal (pre-test) dengan melakukan wawancara kepada masing-masing subjek untuk memperoleh data dasar sebelum intervensi.

3) Peneliti melakukan pemeriksaan sensitivitas kaki dengan menggunakan monofilament 10g sebelum implementasi senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi kemudian mencatat hasil di lembar observasi.

4) Peneliti memberikan penjelasan kepada subjek mengenai tujuan dan prosedur pelaksanaan senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi.

5) Peneliti mengajarkan dan mendemonstrasikan gerakan senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang telah ditetapkan.

6) Peneliti melibatkan keluarga subjek untuk membantu mengingatkan dan memotivasi subjek dalam melaksanakan latihan secara mandiri di rumah

sesuai arahan peneliti apabila peneliti tidak dapat melakukan pengawasan secara langsung.

c. Tahap Evaluasi

1) Peneliti melakukan wawancara kepada subjek (penderita DM Tipe 2) untuk menggali informasi tentang pengalaman subjektif selama pelaksanaan senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi.

2) Peneliti melakukan observasi partisipatif terhadap terhadap sesi senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi pada subjek, terutama dalam aktivitas latihan senam.

3) Peneliti mencatat hasil wawancara dan observasi dalam catatan lapangan serta mentranskripsikan data untuk dianalisis lebih lanjut.

## 3.6 Analisis Data dan Penyajian Data

### 3.6.1 Analisis Data

Analisis dalam penelitian ini menggunakan analisis kualitatif deskriptif. Analisis dilakukan dengan cara menarik kesimpulan berdasarkan hasil wawancara dan observasi khusus yang telah dilakukan. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk narasi. Pemeriksaan sensitivitas kaki dilakukan menggunakan uji monofilamen 10 gram sebelum melaksanakan implementasi. Berdasarkan hasil wawancara dan pengisian lembar observasi tersebut, data dianalisis untuk memperoleh kesimpulan secara umum. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai adanya perkembangan sensitivitas serta reson subjektif dalam implementasi senam kaki diabetes dengan kombinasi penggunaan bola bergerigi..

### 3.6.2 Penyajian Data

Penyajian data dilakukan dalam bentuk grafik dan deskriptif. Grafik digunakan untuk menggambarkan hasil sensitivitas kaki subjek sebelum pelaksanaan senam kaki diabetes kombinasi bola bergerigi, sedangkan deskripsi teks digunakan untuk menjelaskan respon subjektif masing-masing subjek terpilih.

## 3.7 Etika Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip etika penelitian. Sebelum penelitian berlangsung, peneliti memberikan penjelasan lengkap kepada partisipan mengenai tujuan penelitian, prosedur senam kaki kombinasi bola bergerigi, manfaat yang diharapkan, serta potensi ketidaknyamanan selama intervensi. Penelitian ini dilaksanakan dengan mematuhi prinsip-prinsip etika penelitian untuk melindungi hak dan kenyamanan partisipan:

a. *Informed consent*, diberikan kepada seluruh partisipan sebelum penelitian dimulai. Peneliti menjelaskan tujuan penelitian, prosedur senam kaki kombinasi bola bergerigi, manfaat, serta potensi ketidaknyamanan yang mungkin muncul. Setelah penjelasan tersebut, partisipan diminta menandatangani lembar persetujuan sebagai bentuk kesediaan mengikuti penelitian secara sukarela tanpa paksaan.

b. Anonimitas, diterapkan untuk menjaga kerahasiaan identitas partisipan. Peneliti tidak mencantumkan nama asli dalam laporan dan menggantinya dengan kode atau inisial agar informasi pribadi tidak dapat dikenali oleh pihak lain.

c. Kerahasiaan *(confidentiality)* dijaga dengan menyimpan seluruh data partisipan secara aman dan hanya digunakan untuk keperluan penelitian. Informasi tidak akan dibagikan kepada pihak lain tanpa persetujuan peserta.

d. *Beneficence*, dipenuhi dengan memastikan bahwa intervensi senam kaki yang diberikan aman, tidak menimbulkan bahaya, serta memberikan manfaat bagi peningkatan sensitivitas kaki subjek. Peneliti juga menjaga kenyamanan fisik dan psikologis partisipan selama proses penelitian.

e. *Justice*, diterapkan dengan memberikan perlakuan yang adil kepada seluruh partisipan tanpa diskriminasi, baik dalam proses intervensi maupun pengumpulan data. Dengan penerapan prinsip-prinsip tersebut, penelitian ini dilakukan sesuai kaidah etika sehingga hak, keselamatan, dan kenyamanan partisipan tetap terlindungi sepanjang kegiatan penelitian.