

Pengaruh Senam Kaki Terhadap Nilai ABI Pada Pasien Diabetes Mellitus

^{1*}Heru Wiratmoko, ¹Endang Purwaningsih, ¹Agus Wiwit Suwanto

¹Prodi D3 Keperawatan Kampus Kab. Ponorogo, Poltekkes Kemenkes Malang, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: heru_wiratmoko@yahoo.co.id

The Effect of Foot Exercises on ABI Values in Diabetes Mellitus Patients

Abstract: Diabetes mellitus (DM) is a non-communicable disease that has gained significant attention. Patients with type 2 DM are at risk of developing peripheral arterial occlusive disease. One method for early detection of peripheral artery disease (PAD) is by assessing peripheral circulation using the Ankle Brachial Index (ABI). Diabetic foot exercise is expected to improve peripheral blood circulation in the lower extremities. The aim of this study was to determine the effect of diabetic foot exercise on ABI values in patients with diabetes mellitus. This study used a quasi-experimental design. The population consisted of 67 patients with diabetes mellitus in Kutu Wetan Village, Jetis District, and 40 respondents were selected using purposive sampling. The intervention consisted of diabetic foot exercises performed for 15–20 minutes, five times per week, according to the standard operating procedure (SOP). Data were collected by measuring ABI values before and after the intervention. The results showed that the mean ABI value increased from 1.06 to 1.12 in the left foot and from 1.07 to 1.13 in the right foot after the intervention. Statistical analysis indicated a significant effect, with a p -value < 0.05 , suggesting that diabetic foot exercise significantly improved ABI values.

Keyword: DM Foot Exercises, ABI value, Diabetes Mellitus Patients

Abstrak: Melitus (DM) merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menyita banyak perhatian. Penderita DM tipe 2 berisiko mengalami penyakit oklusif arteri perifer. Salah satu cara mendeteksi PAD secara dini dapat dilakukan dengan pemeriksaan sirkulasi melalui perhitungan nilai Ankle Brachial Index (ABI). Senam kaki diharapkan akan memperbaiki sirkulasi pada pembuluh darah perifer pada kaki. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh intervensi senam kaki terhadap nilai ABI pada pasien diabetes mellitus. Metode penelitian adalah quasy eksperimen. Populasi penelitian adalah penderita diabetes mellitus di desa Kutu wetan Kec. Jetis sejumlah 67 orang, sampel penelitian adalah purpusive sample sejumlah 40 orang. Senam kaki dilakukan dengan durasi 15-20 menit, 5 kali seminggu sesuai SOP Senam Kaki DM. Pengumpulan data menggunakan dengan memeriksa nilai ABI sebelum dan setelah dilakukan intervensi senam kaki DM. Rata-rata nilai ABI meningkat pada kaki kiri sebelum dan sesudah senam kaki 1,06 menjadi 1,12 sedangkan pada kaki kanan 1,07 menjadi 1,13. Penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling dalam menentukan sampel penelitian. Subjek penelitian adalah pasien dengan Diabetes Mellitus (DM). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi $p < 0.05$, hal ini berarti terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara variabel yang diteliti

Kata Kunci: Senam Kaki DM, Nilai ABI, Pasien Diabetes Mellitus

PENDAHULUAN

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit degeneratif yang memerlukan penanganan komprehensif karena dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius, seperti kebutaan, penyakit jantung, dan gagal ginjal (American Diabetes Association, 2023; Lemone, 2016). Indonesia menempati peringkat keempat dari sepuluh negara dengan jumlah penderita DM terbanyak, yaitu sekitar 21,3 juta kasus. Berdasarkan Riskesdas (2018), prevalensi DM di Jawa Timur mencapai 2,6%, sedangkan di Kabupaten Ponorogo tercatat sebanyak 15.397 kasus (Dinas Kesehatan Kabupaten Ponorogo, 2021). Pada pasien DM, hiperglikemia kronis menyebabkan kerusakan endotel pembuluh darah dan peningkatan kekentalan darah, sehingga aliran darah ke perifer, terutama ke ekstremitas bawah, menjadi menurun (Gerhard-Herman et al., 2016; Maria, 2021). Penurunan aliran darah ini mengakibatkan berkurangnya suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan, yang dapat meningkatkan risiko neuropati perifer diabetik dan ulkus kaki diabetik (Bus et al., 2020; Nurdin, 2023).

Kondisi ini umumnya ditandai dengan gejala kesemutan atau mati rasa pada daerah distal seperti kaki, dan berpotensi berkembang menjadi gangren apabila tidak ditangani secara tepat (Hingorani et al., 2016). Upaya untuk meningkatkan sirkulasi darah perifer dapat dilakukan melalui intervensi nonfarmakologis, salah satunya adalah senam kaki diabetik. Senam kaki melibatkan kontraksi otot-otot kaki yang berfungsi sebagai *muscle pump* untuk memperlancar aliran darah, meningkatkan elastisitas pembuluh darah, serta memperbaiki perfusi jaringan (Simatupang, 2020; Widiyanti & Probandari, 2019). Perbaikan sirkulasi perifer tersebut dapat dinilai secara objektif menggunakan *Ankle Brachial Index* (ABI), yaitu perbandingan tekanan darah sistolik pada pergelangan kaki dengan lengan. Nilai ABI yang meningkat menunjukkan adanya perbaikan perfusi perifer (Aboyans et al., 2017).

Penelitian terkait senam kaki diabetik telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada outcome subjektif atau kejadian ulkus kaki diabetik (Setyoadi et al., 2018; Putri & Nurhayati, 2022). Penelitian ini memiliki kebaruan dengan menggunakan parameter objektif berupa nilai ABI, dilakukan pada setting berbasis komunitas, serta menggunakan intervensi yang terstandar dengan desain pengukuran sebelum dan sesudah intervensi. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh senam kaki terhadap nilai Ankle Brachial Index (ABI) pada pasien Diabetes Mellitus di Desa Kutu Wetan, Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo tahun 2024.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *pre-experimental* dengan pendekatan **one-group pretest–posttest design**, yaitu pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah intervensi pada satu kelompok tanpa kelompok kontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh senam kaki Diabetes Mellitus (DM) terhadap nilai *Ankle Brachial Index* (ABI). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penderita Diabetes Mellitus di Desa Kutu Wetan, Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo sebanyak 67 orang. Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini menggunakan pendekatan praktis dengan mempertimbangkan keterbatasan populasi serta kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan jumlah sampel sebanyak 40 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Jumlah sampel sebanyak 40 responden ditentukan berdasarkan pertimbangan bahwa jumlah tersebut telah memenuhi syarat minimal analisis statistik untuk desain *pretest–posttest* menggunakan uji *paired t-test*, di mana jumlah sampel ≥ 30 dianggap cukup untuk mendekati distribusi normal berdasarkan Teorema Limit Pusat (Central Limit Theorem). Intervensi yang diberikan berupa senam kaki DM selama 15-20 menit, 5 kali dalam satu minggu sesuai Standar Operasional Prosedur (SOP). Pengukuran nilai ABI dilakukan sebelum intervensi (*pretest*) dan setelah intervensi (*posttest*).

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Poltekkes Kemenkes Malang dengan nomor: No.DP.04.03/F.XXI.31/0590/2024. Seluruh responden telah diberikan penjelasan mengenai tujuan, prosedur, manfaat, dan risiko penelitian, serta telah menandatangani lembar *informed consent* sebelum berpartisipasi dalam penelitian

Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karateristik	n	%
Usia		
21-30	1	2,5
31-40	1	2,5
41-50	2	5
51-60	6	15
61-70	16	40
71-80	10	25
81-90	3	7,5

91-100	1	2,5
Total	40	100
Jenis Kelamin		
laki-laki	15	37,5
Perempuan	25	62,5
Total	40	100
Pendidikan		
Tidak Sekolah	1	2,5
SD	24	60
SMP	8	20
SMA	6	15
PT	1	2,5
Total	40	100
Pekerjaan		
Petani	12	30
IRT	21	52,5
Swasta	5	12,5
Tidak bekerja	2	5
Total	40	100

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa responden terbanyak adalah usia 61-70 tahun 40%, jenis kelamin perempuan 62,5%, pendidikan SD 60% dan IRT 52,5%

Lama Sakit DM

Tabel 2: Lama Sakit Diabetes Melitus

Lama Menderita DM	n	%
Kurang 1 tahun	4	10
1 – 5 tahun	29	72,5
6 – 10 tahun	6	15
Lebih 10 tahun	1	2,5
Total	40	100

Berdasarkan lama menderita DM Responden Hasil Penelitian Pengaruh senam kaki terhadap nilai ABI pada pasien diabetes mellitus di desa kutu wetan Kec. Jetis kab. Ponorogo tahun 2024 diketahui bahwa dari 40 responden, kurang 1 tahun 4 responden, 1-5 tahun 29 responden, 6-10 tahun 6 responden dan lebih 10 tahun 1 responden

Riwayat Kadar Gula Darah

Tabel 3 : Riwayat Kadar Gula Darah

Riwayat Kadar Gula Darah gr/dl	n	%
201 – 300	26	65
301 – 400	8	20

401 – 500	4	10
501 - 600	2	5
Total	40	100

Berdasarkan Riwayat Kadar Gula Darah Hasil Penelitian Pengaruh senam kaki terhadap nilai ABI pada pasien diabetes mellitus di desa kutu wetan Kec. Jetis kab. Ponorogo tahun 2024 diketahui bahwa dari 40 responden, diketahui bahwa dari 40 responden, 26 responden riwayat kadar gula darah 201-300 gr/dl, 8 responden riwayat kadar gula darah 301-400 gr/dl, 4 responden riwayat kadar gula darah 401-500 gr/dl dan 2 responden dengan riwayat kadar gula darah 501-600 gr/dl

Nilai ABI kaki kanan – kiri sebelum dan sesudah senam DM

Tabel 4 : Nilai ABI kaki kanan dan kiri sebelum dan sesudah senam kaki DM pada Pengaruh senam kaki terhadap nilai abi pada pasien diabetes mellitus di desa kutu wetan Kec. Jetis kab. Ponorogo tahun 2024

No Res	Nilai ABI sebelum senam kaki DM	Nilai ABI sesudah senam kaki DM	Nilai ABI sebelum senam kaki DM	Nilai ABI sesudah senam kaki DM
	kaki kanan	kaki kiri		
1	1,0	1,2	1,0	1,2
2	1,2	1,2	1,0	1,2
3	1,3	1,3	1,1	1,3
4	1,2	1,2	1,3	1,2
5	1,2	1,2	1,1	1,2
6	1,1	1,1	1,0	1,1
7	1,1	1,1	1,0	1,3
8	0,9	1,3	1,2	1,3
9	1,1	1,0	1,0	1,0
10	0,9	1,0	1,1	1,2
11	0,9	1,2	1,0	1,1
12	1,2	1,1	1,0	1,2
13	0,6	1,0	1,2	1,0
14	1,1	1,1	1,0	1,3
15	1,3	1,3	1,1	1,2
16	1,0	1,0	0,9	1,1
17	1,0	1,1	1,1	1,0
18	1,0	1,1	1,1	0,9
19	1,1	1,2	1,2	1,1

20	1,0	0,9	1,1	1,0
21	1,1	1,2	1,2	1,2
22	1,0	0,9	0,9	1,2
23	1,2	1,2	1,1	1,0
24	1,2	1,2	0,7	1,1
25	1,1	1,3	1,2	1,3
26	1,0	1,1	1,0	1,1
27	1,1	1,3	1,1	1,3
28	1,1	1,1	1,0	1,1
29	1,0	1,3	1,1	1,1
30	1,0	1,1	1,0	1,0
31	0,9	0,9	1,0	1,2
32	1,2	1,2	1,1	1,2
33	0,7	0,9	1,0	0,9
34	1,2	1,3	1,1	1,2
35	0,9	0,9	1,1	0,9
36	1,0	1,1	1,3	1,1
37	1,1	0,9	1,1	1,0
38	1,2	1,2	1,1	1,2
39	1,1	1,0	1,0	1,2
40	1,1	1,2	1,2	1,0
Rata-rata	1,06	1,12	1,07	1,13

Pengaruh senam DM terhadap nilai ABI pada kaki kanan dan Kiri

Hasil Uji Paired T Test didapatkan hasil pada kaki kanan 0,005 dan pada kaki kiri 0,023 diperoleh nilai ($p \text{ value} = p < 0,05$) menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan senam kaki DM dengan nilai ABI pada Penderita DM.

PEMBAHASAN

Senam kaki DM

Aktivitas Fisik dengan melakukan senam kaki selama 10-15 menit akan membakar gula darah yang dapat menurunkan kadar glukosa darah sehingga terjadi peningkatan sirkulasi darah, saturasi oksigen, perfusi jaringan, dan sistem imunitas sehingga proses penyembuhan *diabetic foot ulcer* dapat berlangsung lebih cepat (Arif, 2020). Hal ini bila dilakukan secara rutin melakukan aktivitas fisik dapat membuat sirkulasi darah yang membawa oksigen ke dalam sel menjadi lancar sehingga progress penyembuhan luka menjadi lebih cepat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan melakukan senam kaki secara intensif (minimal 3 kali dalam seminggu) selama 3 bulan, dapat menurunkan resiko neuropati sebanyak hampir 80% klien dengan diabetes mellitus. Olahraga dapat digunakan sebagai bagian

pengobatan diabetes mellitus. Saat berolahraga (termasuk aktivitas menahan beban) dianjurkan untuk melakukan karena dapat memperbaiki kontrol glikemik (Damayanti, 2018).

Pada 40 responden penderita DM melakukan senam kaki setiap hari selama 5 hari. Berdasarkan panduan senam kaki Diabetik dari Kemenkes RI tahun 2018 dijelaskan tentang pelaksanaan senam kaki yaitu Latihan senam kaki dapat dilakukan dengan posisi berdiri, duduk, dan tidur. Senam kaki dapat dilakukan dengan cara menggerakkan kaki dan sendi-sendi kaki misalnya berdiri dengan kedua tumit diangkat, mengangkat kaki dan menurunkan kaki. Gerakan dapat berupa gerakan menekuk, meluruskan, mengangkat memutar keluar atau kedalam. Selain itu gerakan mencengkram dan meluruskan jari-jari kaki juga menjadi bagian dari senam kaki Diabetes. Latihan senam kaki Diabetes dapat dilakukan setiap hari secara teratur, dimana saja. Bisa sambil bersantai bersama keluarga maupun menonton televisi. Ketika kaki terasa dingin, lakukan senam kaki Diabetes. Latihan senam kaki Diabetes dapat dilakukan setiap hari secara teratur, dimana saja. Bisa sambil bersantai bersama keluarga maupun menonton televisi. Ketika kaki terasa dingin, lakukan senam kaki Diabetes.

Nilai ABI

Pengukuran ABI sebagai salah satu tes untuk mengevaluasi vaskuler tungkai. Pemeriksaan ABI dapat digunakan dalam menilai tingkat obstruksi pada arteri ekstremitas bawah. Ankle brachial index merupakan rasio dari tekanan darah sistolik yang diukur pada arteri dorsalis pedis atau tibialis posterior pada ankle, dibandingkan dengan tekanan darah sistolik pada arteri brakial yang diukur pada lengan pasien dalam posisi supine. Interpretasi diagnostik mengindikasikan bahwa rasio ABI yang rendah berhubungan dengan risiko kelainan vaskuler yang tinggi. Akan tetapi ankle brachial index mempunyai kelemahan dalam interpretasi hasil pada keadaan tertentu. *Ankle Brachial Index* (ABI) merupakan metode noninvasif yang digunakan untuk menilai perfusi perifer dan mendeteksi *Peripheral Artery Disease* (PAD). Nilai ABI normal berkisar antara 0,9–1,3, sedangkan nilai <0,9 menunjukkan adanya gangguan aliran darah perifer (Aboyans et al., 2017; Gerhard-Herman et al., 2016). ABI juga merupakan prediktor kuat kejadian kardiovaskular, termasuk penyakit jantung koroner dan stroke. Studi menunjukkan bahwa individu dengan ABI rendah memiliki risiko lebih tinggi terhadap morbiditas dan mortalitas kardiovaskular (Fowkes et al., 2013; Criqui & Aboyans, 2015).

Namun demikian, pada pasien DM, interpretasi ABI dapat dipengaruhi oleh adanya kalsifikasi pembuluh darah yang menyebabkan kekakuan arteri dan nilai ABI yang tinggi

secara palsu (Aboyans et al., 2017). Oleh karena itu, meskipun ABI tetap menjadi alat yang penting, interpretasinya harus mempertimbangkan kondisi klinis pasien.

Pengaruh senam kaki DM dengan Nilai ABI

Hasil Uji Paired T Test didapatkan hasil pada kaki kanan 0,005 dan pada kaki kiri 0,023 diperoleh nilai ($p\text{ value} = p < 0,05$) menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan senam kaki DM dengan nilai ABI pada Penderita DM. Senam kaki Diabetes Mellitus (DM) merupakan bentuk aktivitas fisik ringan yang berperan dalam meningkatkan sirkulasi darah perifer. Aktivitas fisik terbukti meningkatkan penggunaan glukosa oleh otot sehingga membantu menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki perfusi jaringan (Colberg et al., 2016; American Diabetes Association, 2023). Selain itu, latihan fisik dapat meningkatkan fungsi endotel dan vasodilatasi pembuluh darah melalui peningkatan produksi nitric oxide (Green et al., 2017). Secara fisiologis, gerakan senam kaki mengaktifkan kontraksi otot ekstremitas bawah yang berfungsi sebagai *muscle pump*, sehingga meningkatkan aliran balik vena dan memperlancar aliran darah arteri ke jaringan perifer (Joyner & Casey, 2015). Peningkatan aliran darah ini berdampak pada perbaikan suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan serta menurunkan risiko komplikasi seperti neuropati dan ulkus kaki diabetik (Bus et al., 2020).

Beberapa studi menunjukkan bahwa senam kaki secara teratur dapat meningkatkan nilai ABI pada individu dengan PAP atau risiko PAP. Hasil penelitian oleh Widyastuti melaporkan bahwa "partisipan yang melakukan latihan senam kaki selama 8 minggu mengalami peningkatan nilai ABI yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol" (Widiastuti, 2020). Ini menunjukkan bahwa senam kaki mungkin berpengaruh pada peningkatan kelenturan dan elastisitas pembuluh darah di kaki.

Lansia dan pasien diabetes adalah kelompok yang sering kali memiliki risiko PAP yang lebih tinggi dan nilai ABI yang rendah. Dalam penelitian ini, senam kaki dapat memberikan manfaat khusus bagi kelompok tersebut karena mereka mungkin memiliki sirkulasi darah yang buruk akibat arteriosklerosis atau kalsifikasi pembuluh darah. Penelitian menunjukkan bahwa "senam kaki pada pasien diabetes memberikan peningkatan moderat pada nilai ABI dan juga mengurangi keluhan nyeri dan kram pada kaki" (Sharfina, 2020).

Latihan fisik yang dilakukan secara rutin juga diketahui dapat meningkatkan elastisitas pembuluh darah dan mengurangi kekakuan arteri, yang merupakan faktor penting dalam patofisiologi penyakit arteri perifer pada pasien DM (Ashor et al., 2015).

Nilai ABI umumnya berkisar antara 0,9 hingga 1,3. Nilai di bawah 0,9 dianggap abnormal dan mengindikasikan kemungkinan adanya PAP. Nilai yang terlalu tinggi ($> 1,3$)

juga menunjukkan abnormalitas, seperti arteri yang kaku karena adanya kondisi seperti arteriosklerosis. Berdasarkan nilai ABI, pasien dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori risiko PAP, yang juga menjadi topik penting dalam penelitian.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa ABI yang rendah tidak hanya terkait dengan PAP tetapi juga meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke. Karena itu, ABI dianggap sebagai penanda penting risiko kardiovaskular. Studi epidemiologis telah mendukung bahwa nilai ABI yang rendah memiliki korelasi yang signifikan dengan kejadian penyakit kardiovaskular dan kematian terkait kardiovaskular. Nilai ABI dalam Populasi Khusus Ada juga penelitian yang meneliti variasi nilai ABI dalam populasi tertentu, seperti pasien diabetes, lansia, atau perokok. Pada pasien diabetes, misalnya, nilai ABI bisa lebih sulit diinterpretasikan karena adanya kalsifikasi pembuluh darah yang membuat pembuluh darah menjadi kaku dan menimbulkan ABI tinggi yang palsu.

Senam kaki dapat memainkan peran penting dalam pencegahan PAP. Beberapa studi mengindikasikan bahwa peningkatan aliran darah yang dihasilkan dari latihan ini dapat mengurangi penumpukan plak di arteri kaki, memperlambat atau mencegah perkembangan PAP, yang pada akhirnya berpengaruh positif pada nilai ABI. Studi oleh Pertiwi menunjukkan bahwa "individu dengan kebiasaan melakukan latihan fisik ringan, seperti senam kaki, memiliki nilai ABI yang lebih stabil dibandingkan mereka yang tidak melakukan aktivitas tersebut" (Pertiwi, 2019). Dalam beberapa program rehabilitasi kardiovaskular, senam kaki sering kali disarankan sebagai bagian dari intervensi gaya hidup sehat untuk meningkatkan sirkulasi darah. Penelitian ini mendukung bahwa latihan sederhana seperti senam kaki dapat memiliki efek yang positif, baik pada pasien yang baru pulih dari penyakit jantung maupun mereka dengan risiko PAP yang tinggi. Senam kaki dapat meningkatkan ABI dengan memaksimalkan perfusi darah ke jaringan perifer, mengurangi beban pada arteri, dan meningkatkan kesehatan vaskular secara keseluruhan.

Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian internasional yang menunjukkan bahwa latihan fisik dapat meningkatkan perfusi perifer dan fungsi vaskular. Studi oleh McDermott et al. (2019) menunjukkan bahwa latihan fisik teratur dapat meningkatkan fungsi berjalan dan sirkulasi pada pasien dengan PAD. Selain itu, penelitian oleh Gardner et al. (2018) menyatakan bahwa exercise therapy efektif dalam meningkatkan aliran darah perifer dan kapasitas fungsional pasien.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa intervensi latihan fisik dapat meningkatkan nilai ABI secara signifikan pada pasien dengan gangguan sirkulasi perifer (Parmenter et al., 2015). Hal ini didukung oleh meta-analisis yang menunjukkan bahwa exercise training

memiliki efek positif terhadap fungsi vaskular dan perfusi jaringan pada pasien dengan DM. Meskipun secara umum hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai ABI setelah intervensi senam kaki DM, ditemukan bahwa beberapa responden mengalami penurunan nilai ABI pasca-intervensi. Sebagai contoh, pada responden nomor 24 terjadi penurunan nilai ABI kaki kanan dari 1,2 menjadi 0,7. Fenomena ini menunjukkan adanya variasi respons individu terhadap intervensi senam kaki. Penurunan nilai ABI pada sebagian responden dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertama, faktor kondisi vaskular individu, seperti adanya stenosis arteri yang lebih berat atau progresivitas penyakit arteri perifer, sehingga respons terhadap latihan fisik menjadi tidak optimal (Criqui & Aboyans, 2015). Kedua, faktor pengukuran juga dapat berkontribusi terhadap variasi hasil. Pemeriksaan ABI sangat dipengaruhi oleh teknik pengukuran, posisi pasien, serta kondisi hemodinamik saat pemeriksaan, sehingga memungkinkan terjadinya variasi nilai antar pengukuran (Aboyans et al., 2017). Ketiga, faktor kepatuhan dan pelaksanaan intervensi juga perlu dipertimbangkan. Tidak semua responden mungkin melakukan senam kaki dengan intensitas dan teknik yang sama sesuai standar operasional prosedur, sehingga efek yang dihasilkan menjadi berbeda. Selain itu, aktivitas fisik lain, pola makan, serta kontrol kadar gula darah selama periode intervensi juga dapat memengaruhi hasil (Colberg et al., 2016). Keempat, pada pasien DM terdapat kemungkinan adanya kalsifikasi pembuluh darah yang dapat memengaruhi hasil pengukuran ABI, sehingga nilai yang diperoleh tidak selalu mencerminkan kondisi perfusi yang sebenarnya (Gerhard-Herman et al., 2016). Dengan demikian, adanya penurunan nilai ABI pada sebagian responden tidak serta-merta menunjukkan bahwa intervensi tidak efektif, tetapi lebih menggambarkan adanya variasi respons individu serta keterbatasan dalam pengukuran dan desain penelitian. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan kontrol yang lebih ketat, durasi intervensi yang lebih panjang.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan senam kaki DM terhadap nilai *Ankle Brachial Index* (ABI) pada penderita DM tipe 2 ($p < 0,05$). Intervensi senam kaki yang dilakukan dipengaruhi oleh variasi respons pada sebagian responden, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan desain yang lebih kuat dan durasi intervensi yang lebih panjang untuk mengonfirmasi hasil penelitian ini. Peneliti menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini, baik yang bersifat finansial maupun non-finansial, yang dapat memengaruhi hasil penelitian. Seluruh proses penelitian dilakukan secara independen dan objektif sesuai dengan kaidah ilmiah. Penelitian selanjutnya disarankan

menggunakan desain *randomized controlled trial* (RCT) dengan melibatkan kelompok kontrol untuk meningkatkan validitas internal dan memastikan hubungan kausal dari intervensi senam kaki terhadap perubahan nilai Ankle Brachial Index (ABI). Selain itu, diperlukan pengukuran *follow-up* dalam jangka waktu 3–6 bulan guna menilai keberlanjutan efek intervensi. Penelitian juga dapat mengombinasikan intervensi senam kaki dengan edukasi gizi pada pasien diabetes melitus untuk mengevaluasi efek sinergis terhadap perbaikan sirkulasi perifer dan kontrol metabolik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Direktur Polkesma, Komisi Etik Polkesma dan Bakesbangpol Kab. Ponorogo yang telah memberikan perijinan penelitian sehingga penelitian ini bisa terlaksana. Terimakasih juga kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboyans, V., Ricco, J. B., Bartelink, M. L. E. L., Björck, M., Brodmann, M., Cohnert, T., & Kolh, P. (2017). 2017 ESC guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases. *European Heart Journal*, 39(9), 763–816. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx095>
- American Diabetes Association. (2023). Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Supplement_1), S1–S291. <https://doi.org/10.2337/dc23-SINT>
- Arif. (2020). Hubungan kadar glukosa darah dengan tingkat *diabetic foot ulcers* berdasarkan Bates–Jensen wound assessment tool. *Jurnal Ilmiah Media Husada*, 9(2), 60–66. (DOI tidak tersedia)
- Ashor, A. W., Lara, J., Siervo, M., Celis-Morales, C., & Mathers, J. C. (2015). Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Heart Association*, 4(10), e002803. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002803>
- Bus, S. A., Armstrong, D. G., Gooday, C., Jarl, G., Caravaggi, C., Viswanathan, V., & Lazzarini, P. A. (2020). Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 36(S1), e3269. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3269>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Criqui, M. H., & Aboyans, V. (2015). Epidemiology of peripheral artery disease. *Circulation Research*, 116(9), 1509–1526. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.303849>

- Damayanti. (2018). Efektivitas diabetes self-management education. *Jurnal Medika Respati*, 20, 40–48.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Ponorogo. (2021). *Profil kesehatan Kabupaten Ponorogo*. Dinas Kesehatan Kabupaten Ponorogo.
- Fowkes, F. G. R., Murray, G. D., Butcher, I., Heald, C. L., Lee, R. J., Chambless, L. E., & Ankle Brachial Index Collaboration. (2013). Ankle brachial index combined with Framingham risk score to predict cardiovascular events and mortality. *The Lancet*, 382(9891), 537–546. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60569-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60569-5)
- Gardner, A. W., Parker, D. E., Montgomery, P. S., & Blevins, S. M. (2018). Step-monitored home exercise improves ambulation in patients with peripheral artery disease. *Journal of Vascular Surgery*, 67(6), 1859–1866. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.10.087>
- Gerhard-Herman, M. D., Gornik, H. L., Barrett, C., Barshes, N. R., Corriere, M. A., Drachman, D. E., & Walsh, M. E. (2016). 2016 AHA/ACC guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease. *Circulation*, 135(12), e726–e779. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000471>
- Green, D. J., Hopman, M. T., Padilla, J., Laughlin, M. H., & Thijssen, D. H. (2017). Vascular adaptation to exercise in humans: Role of hemodynamic stimuli. *Physiological Reviews*, 97(2), 495–528. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2016>
- Hambrecht, R., Wolf, A., Gielen, S., Linke, A., Hofer, J., Erbs, S., & Schuler, G. (2000). Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *Circulation*, 102(23), 2786–2791. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.102.23.2786>
- Joyner, M. J., & Casey, D. P. (2015). Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise. *Physiological Reviews*, 95(2), 549–601. <https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2013>
- LeMone, P., Burke, K. M., & Bauldoff, G. (2016). *Buku ajar keperawatan medikal bedah*. EGC.
- Maria. (2021). *Asuhan keperawatan diabetes mellitus dan asuhan keperawatan stroke*. Deepublish.
- McDermott, M. M., Spring, B., Berger, J. S., Treat-Jacobson, D., Conte, M. S., Creager, M. A., & Rejeski, W. J. (2019). Effect of a home-based exercise intervention on walking performance in peripheral artery disease. *JAMA*, 321(13), 1266–1276. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.1387>
- Nurdin. (2023). *Kenali ulkus diabetik: Penyebab dan manajemen penatalaksanaannya*. Rizmedia Pustaka Indonesia.
- Parmenter, B. J., Dieberg, G., & Smart, N. A. (2015). Exercise training for management of peripheral arterial disease: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(2), 231–244. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0261-z>

- Pertiwi. (2019). Pengaruh pola makan tidak seimbang dan kurangnya aktivitas fisik terhadap kejadian diabetes mellitus. *Putri Solehana*, 1.
- Sharfina. (2020). Pengaruh senam kaki DM terhadap penurunan risiko ulkus diabetikum pada pasien DM tipe 2 di Puskesmas Taupah Barat. *Jurnal Ilmiah Kebidanan Imelda*, 51.
- Simatupang. (2020). *Pedoman diet penderita diabetes melitus*. Yayasan Pendidikan dan Sosial Indonesia Maju.