

## Pengaruh Senam Kaki Diabetik terhadap Neuropati pada Pasien Diabetes Melitus

Lutfia Qurotulnguyun<sup>1</sup>, Fidha Rahmayani<sup>2</sup>, Sutarto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Penyakit Saraf, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Bagian Ilmu Kedokteran Komunitas Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

### Abstrak

Prevalensi penderita diabetes melitus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Indonesia menempati peringkat ke-7 dunia dengan jumlah penderita diabetes mencapai 10,7 juta jiwa. Diabetes dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular. Salah satu komplikasi tersering diabetes melitus adalah neuropati diabetik. Neuropati diabetik adalah komplikasi mikrovaskular yang menyebabkan disfungsi saraf perifer yang menyerang ekstremitas bawah terutama tungkai. Sekitar 50% penderita diabetes melitus mengalami neuropati diabetik. Jika tidak ditangani dengan baik, kondisi ini dapat menurunkan kualitas hidup pasien, meningkatkan risiko amputasi, bahkan kematian pada penderita diabetes. Obat-obatan seringkali menjadi pilihan utama untuk terapi, namun kendala biaya dan efek samping menimbulkan minat untuk mencari alternatif pengobatan lain. Pengobatan yang dapat dilakukan adalah dengan berolahraga. Salah satu olahraga yang dianjurkan adalah senam kaki diabetik. Senam kaki diabetik merupakan olahraga ringan berfokus pada tungkai yang terdiri dari sepuluh langkah. Olahraga ini dapat dilakukan dengan mudah, tidak membutuhkan biaya, dan tidak memakan waktu yang lama. Beberapa studi menyatakan bahwa senam kaki diabetik dapat menjadi alternatif untuk mencegah dan menghambat perburukan neuropati pada pasien diabetes melitus dengan membantu memperlancar sirkulasi darah perifer serta menguatkan otot-otot pada ekstremitas bawah untuk mencegah luka dan deformitas kaki.

**Kata kunci:** diabetes melitus, neuropati, senam kaki diabetik

## The Effect of Diabetic Foot Exercise on Neuropathy in Diabetes Mellitus Patients

### Abstract

The prevalence of people with diabetes mellitus has increased every year. Indonesia is ranked 7th in the world with 10.7 million people with diabetes. Diabetes in the long term can cause macrovascular and microvascular complications. One of the main complication of diabetes mellitus is diabetic neuropathy. Diabetic neuropathy is a microvascular complication that causes peripheral nerve dysfunction, which attacks the lower extremities, especially the legs. About 50% people with diabetes mellitus experience diabetic neuropathy. If not treated properly, this condition can reduce the patient's quality of life, increase the risk of amputation, and even death. Drugs are often the main choice for therapy, but cost constraints and side effects cause interest to look for other treatment alternatives. Treatment that can be done is to exercise. One of the recommended sports is diabetic foot exercise. Diabetic foot exercise is a light exercise focused on the legs consisting of ten steps. This sport can be done easily, does not cost money, and does not take a long time. Several studies state that diabetic foot exercises can be an alternative to prevent and inhibit the worsening of neuropathy in patients with diabetes mellitus by helping to accelerate peripheral blood circulation and strengthen muscles in the lower extremities to prevent injuries and foot deformities.

**Keywords:** diabetes mellitus, diabetic foot exercise, neuropathy

Korespondensi: Lutfia Qurotulnguyun, Alamat Jl. Dr. Sutomo No. 110, Purwoasri, Metro Utara, Kota Metro, HP 0895631931370, e-mail [lutfia.uyun94@gmail.com](mailto:lutfia.uyun94@gmail.com)

### Pendahuluan

Penyakit tidak menular telah membunuh 41 juta orang setiap tahun atau setara dengan 71% kematian secara global. Menurut *World Health Organization* atau WHO diabetes menempati urutan keempat setelah penyakit kardiovaskular, kanker, dan penyakit respirasi. Berdasarkan *International Diabetes Federation*

(IDF), prevalensi diabetes global untuk usia 20-79 tahun pada tahun 2019 mencapai 9,3% (463 juta orang) dan akan mengalami peningkatan hingga 10,2% (578 juta) pada tahun 2030 dan 10,9% (700 juta) pada tahun 2045. Berdasarkan jenis kelamin, IDF memperkirakan prevalensi diabetes sekitar 9% pada wanita dan 9,65% pada pria.<sup>1,2</sup>

Berdasarkan tujuh wilayah di dunia, Asia Tenggara menempati urutan ketiga dengan prevalensi diabetes sebesar 11,3%. Menurut survei *International Diabetic Federation*, di antara 10 negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi, Indonesia menempati urutan ke-7 dengan 10,7 juta orang, menjadikannya satu-satunya negara Asia Tenggara yang masuk dalam daftar tersebut. Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) yang dilakukan pada tahun 2018, populasi penderita diabetes usia 15 tahun ke atas di Indonesia mencapai 8,5%.<sup>3,4</sup>

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia sebagai akibat dari kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Hiperglikemia kronik memicu terjadinya stres oksidatif dan menurunkan enzim antioksidan yang dapat menyebabkan disfungsi endotelial dan komplikasi baik makrovaskuler maupun mikrovaskuler. Komplikasi makrovaskuler diantaranya adalah stroke dan penyakit jantung koroner, sedangkan komplikasi mikrovaskuler meliputi retinopati, nefropati, neuropati, dan kardiomiopati.<sup>5</sup>

Komplikasi diabetes yang paling umum adalah neuropati diabetik. Diperkirakan 50% penderita DM menderita neuropati diabetik, bahkan frekuensi neuropati diabetik pada pasien DM secara global mencapai 88,7%. Neuropati diabetik didefinisikan sebagai kondisi disfungsi saraf perifer progresif yang mempengaruhi saraf sensorik, motorik, dan otonom pada ekstremitas, terutama tungkai. Gejala dideskripsikan bermacam-macam, yaitu rasa terbakar, tertusuk, kesemutan, sensasi panas, dingin, atau gatal, hingga baal atau mati rasa. Gejala umumnya berkembang dalam distribusi distal ke proksimal. Tanda dan gejala yang timbul dapat berbeda tergantung pada sistem saraf yang terluka.<sup>6,7</sup>

Beberapa faktor risiko yang diduga sebagai penyebab kejadian neuropati pada pasien DM adalah usia, jenis kelamin, durasi menderita DM, serta kontrol glikemik. Selain itu, keteraturan berobat, pola makan, pola aktivitas fisik, dan riwayat hipertensi juga dianggap berpengaruh terhadap perkembangan neuropati diabetik.<sup>8</sup>

Neuropati diabetik yang tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan kerusakan saraf khususnya pada kaki. Apabila tidak segera ditangani, neuropati diabetik dapat meningkatkan risiko terjadinya ulkus diabetik yang bisa berujung pada amputasi hingga kematian. Kondisi ini juga dapat menyebabkan penurunan fungsi fisik, emosional, dan afektif yang berakibat pada penurunan kualitas hidup pasien.<sup>9</sup>

Tatalaksana klinis untuk neuropati saat ini masih mengacu kepada terapi farmakologis, seperti penggunaan golongan antikonvulsan, antidepresan trisiklik, dan *serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors* (SNRI). Terdapat juga terapi non-farmakologis yang dianjurkan berupa tindakan operatif. Namun, perawatan ini dianggap kurang efektif, serta dapat menimbulkan risiko seperti infeksi.<sup>10</sup>

Olahraga atau latihan fisik dapat menjadi alternatif pencegahan serta penghambat keparahan neuropati diabetik. Neuropati dapat menyebabkan kelemahan dan perubahan fungsi pada kaki sehingga olahraga yang berfokus kepada tungkai bawah menjadi sangat penting. Salah satu latihan yang dapat dilakukan adalah senam kaki. Senam kaki adalah kegiatan atau latihan yang dilakukan oleh penderita DM untuk mencegah terjadinya luka dan membantu melancarkan peredaran darah bagian kaki. Senam kaki dapat diterapkan secara mandiri oleh penderita DM karena mudah, tidak membutuhkan biaya, dan dapat dilakukan saat waktu luang.<sup>11</sup>

## Isi

*American Diabetes Association* (ADA), mendefinisikan DM sebagai penyakit metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar gula dalam darah (hiperglikemia) akibat kelainan pada sekresi insulin, sistem kerja insulin di pankreas, ataupun keduanya. Akibat gangguan tersebut, tubuh tidak dapat menggunakan glukosa darah ke dalam tubuh, sehingga glukosa tertimbun dalam darah dan menyebabkan kadar glukosa darah menjadi tinggi.<sup>12</sup>

DM dalam jangka panjang atau tidak diobati dengan baik, dapat meningkatkan risiko komplikasi yang menyerang makrovaskuler dan mikrovaskuler. Rupturnya pembuluh darah besar meningkatkan risiko kematian yang

diakibatkan penyakit kardiovaskular, seperti jantung koroner dan stroke. Kerusakan pada pembuluh darah mikro meningkatkan risiko kerusakan pada mata, ginjal, dan saraf.<sup>12</sup>

Komplikasi utama DM adalah kerusakan pada saraf yang dikenal sebagai neuropati diabetik. Diabetik neuropatik adalah entitas heterogenik, yang meliputi kondisi disfungsi sensorimotor perifer dan saraf otonom. Walau diabetik neuropatik mungkin bersifat asimtomatik, namun dapat pula terjadi dengan diiringi nyeri. Kondisi inilah yang disebut dengan nyeri diabetik.<sup>6</sup>

Gejala pada pasien neuropati bervariasi sesuai dengan cabang saraf yang mengalami kerusakan. Beberapa gejala yang timbul sesuai dengan cabang saraf yang terluka :<sup>13</sup>

1. Saraf sensorik: rasa terbakar, tertusuk-tusuk, tersetrum, atau tertikam, alodinia, hiperalgesia, dan disatesia. Dapat disertai rasa baal seperti mengenakan sarung tangan atau kaus kaki.
2. Saraf motorik: gangguan koordinasi disertai paresis distal atau proksimal, disertai kesulitan dalam menjalani aktivitas sehari-hari, seperti naik tangga, bekerja, dll.
3. Saraf otonom: gangguan berkeringat, sulit menahan bak/bab, sinkop, disfungsi ereksi, dan gangguan adaptasi pupil.

Gangguan metabolisme adalah penyebab utama neuropati diabetik. Hiperglikemia terlibat dalam peningkatan aktivitas jalur poliol. Hal ini menyebabkan peningkatan pergantian kofaktor seperti NADPH dan NAD, yang menyebabkan penurunan penipisan glutathione dan regenerasi. Defisiensi glutathione dapat menjadi kontributor utama stres oksidatif dan akumulasi toksik.<sup>6</sup>

Stres oksidatif juga dikaitkan dengan autoksidasi glukosa dan metabolitnya, peningkatan pembentukan *advanced glycosilation end products* (AGEs), reseptor AGEs juga dapat disebabkan oleh peningkatan ekspresi dan perubahan ligan pengaktifnya. Dalam fungsi mitokondria, aktivasi isoform PKC dan hiperaktivitas jalur pensinyalan heksosamin. Selain itu, ada penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan pembentukan radikal bebas dari metabolisme glukosa juga

dapat menjadi faktor utama neuropati diabetik.<sup>6</sup>

Perubahan patologis pada mikrovaskular mengubah perfusi organ, termasuk organ yang sangat bergantung pada suplai mikrovaskular, seperti retina, ginjal, dan sistem saraf perifer. Kerusakan mikrovaskular juga berkontribusi terhadap penyakit pembuluh darah perifer, berkurangnya vaskularisasi miokard, dan penyembuhan luka yang buruk. Oleh karenanya, pasien DM dengan neuropati diabetik, sangat rentan terhadap risiko ulkus kaki. Hilangnya sensasi protektif pada ekstremitas bawah dapat secara signifikan meningkatkan risiko komplikasi seperti cedera kaki dan ulserasi, yang mengakibatkan amputasi ekstremitas bawah. Sebuah penelitian sebelumnya melaporkan bahwa neuropati diabetes telah mengakibatkan lebih dari 80% pasien diamputasi akibat ulserasi.<sup>7</sup>

Penanganan yang efektif dapat menurunkan tingkat komplikasi neuropati diabetik agar tidak semakin memburuk. Tatalaksana utama neuropati saat ini didasarkan pada terapi farmakologis. Beberapa golongan obat yang digunakan sebagai terapi neuropati adalah antikonvulsan, antidepresan trisiklik, dan *serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors* (SNRI). Di Amerika Serikat, terdapat tiga agen pereda nyeri yang memiliki izin peraturan untuk pengobatan neuropati, yaitu: pregabalin, duloxetine, dan tapentadol. Namun, karena masih kurang optimal, obat-obatan lain dari berbagai kelas farmakologis telah digunakan dan beberapa di antaranya seperti capsaicin krim topikal, patch lidokain, asam alpha lipoik, spray isosorbid dinitrat, serta opioid.<sup>6,10</sup>

Terapi nonfarmakologis seperti tindakan operatif dan blokade neural dapat dilakukan, namun tindakan tersebut dirasa kurang efektif dan berisiko. Olahraga atau latihan fisik dalam intensitas tertentu dinilai dapat meningkatkan kualitas hidup pasien dengan nyeri diabetik neuropatik. Selain itu, latihan fisik yang teratur dapat membantu menurunkan berat badan, meningkatkan kontrol glukosa darah dan sensitivitas insulin, pengurangan risiko penyakit kronis termasuk penyakit kardiovaskular, diabetes tipe 2, dan kanker, serta peningkatan

tidur, kognisi, kesehatan tulang, dan fungsi fisik.<sup>10,14</sup>

Menurut Quan (2021), penatalaksanaan neuropati diabetik yang utama adalah kontrol glikemia, penanganan gejala, serta perawatan kaki (*foot care*). Perawatan kaki mencakup *follow-up* teratur, pemberian pendidikan kesehatan kepada pasien, dan latihan fisik. Salah satu latihan fisik yang dapat dilakukan adalah senam kaki diabetik.<sup>15</sup>

Senam kaki adalah latihan yang dilakukan penderita diabetes untuk mencegah luka dan melancarkan sirkulasi pada kaki. Gerakan-gerakan pada senam kaki diharapkan dapat membantu membangun kekuatan otot-otot kecil dan otot paha untuk mencegah deformitas kaki serta mengatasi keterbatasan gerak sendi. Senam kaki diabetik merupakan terapi nonfarmakologis yang dapat dilakukan oleh pasien diabetes karena intervensi ini mudah dilakukan, dapat dilakukan dimana saja, dan hanya membutuhkan waktu yang singkat.<sup>5,16</sup>

Adapun beberapa langkah senam kaki diabetes, yaitu:<sup>17</sup>

1. Pasien duduk tegak di atas bangku dengan kaki menyentuh lantai. Gerakkan kaki ke atas dan ke bawah, ulangi sebanyak 2 set X 10 repetisi
2. Angkat telapak kaki kiri ke atas dengan bertumpu pada tumit, lakukan gerakan memutar keluar dengan pergerakan pada telapak kaki sebanyak 2 set x 10 repetisi, lakukan pada kaki sebelahnya bergantian.
3. Angkat kaki sejajar, gerakan kaki ke depan dan ke belakang sebanyak 2 set x 10 repetisi.
4. Angkat kaki sejajar gerakan telapak kaki ke depan dan ke belakang sebanyak 2 set x 10 repetisi.
5. Luruskan salah satu kaki dan angkat. Lalu putar kaki pada pergelangan kaki, lakukan gerakan seperti menulis di udara dengan kaki dari angka 0 hingga 9 secara bergantian.
6. Letakkan selembar koran di lantai, kemudian bentuk kertas koran tersebut menjadi seperti bola dengan kedua belah kaki.
7. Buka kembali bola tersebut menjadi lembaran seperti semula menggunakan kedua belah kaki, lakukan sekali saja.

8. Robek koran menjadi 2 bagian, lalu pisahkan kedua bagian koran tersebut. Robek sebagian koran menjadi kecil-kecil.
9. Pindahkan kumpulan sobekanan tersebut dengan kedua kaki, lalu letakkan sobekkan kertas pada bagian kertas yang utuh.
10. Bungkus semua sobekan tadi dengan kedua kaki kanan dan kiri menjadi bentuk bola.

Senam kaki diabetik secara positif mempengaruhi faktor patologis lain yang terkait dengan neuropati perifer. Peningkatan fungsi mikrovaskular dan oksidasi lemak dapat mengurangi stres oksidatif dan meningkatkan faktor neurotropik. Selain itu, latihan kaki dapat meningkatkan perfusi perifer sehingga dapat mencegah perburukan pada neuropati diabetes. Menurut peneliti senam kaki dapat menurunkan risiko dan progresifitas gangguan neuropati perifer dikarenakan dapat memperbaiki aliran darah ke perifer, menambah kekuatan otot, dan memperbaiki fungsi sensorik, motorik dan otonom.<sup>7,14</sup>

Latihan senam kaki merangsang pergerakan di kaki, meregangkan otot-otot kaki, dan menekan pembuluh darah di sekitar otot-otot tersebut. Hal ini akan mendorong darah ke jantung sehingga menurunkan tekanan vena. Mekanisme ini dikenal sebagai "pompa vena". Mekanisme ini meningkatkan sirkulasi darah di kaki, memperkuat otot-otot kecil, mencegah deformasi kaki, meningkatkan kekuatan otot betis dan paha, dan membantu mengatasi keterbatasan sendi. Sirkulasi darah yang baik dapat menghambat proses demielinasi, atau proses robeknya selubung mielin neuron yang akan merusak akson. Proses transmisi impuls sel reseptor juga memberikan perlindungan yang adekuat.<sup>14</sup>

Beberapa penelitian telah menunjukkan adanya hubungan yang signifikan mengenai senam kaki diabetik terhadap kejadian neuropati pada pasien DM. Penelitian oleh Graciella dan Prabawati (2020), menunjukkan bahwa senam kaki diabetik merupakan intervensi yang efektif untuk memperbaiki gejala neuropati perifer. Dalam dua minggu intervensi, terjadi penurunan gejala neuropati pada 100% pasien DM, yang diukur menggunakan *Michigan Neuropathy Screening*

*Instrument* (MNSI). Kadar glikemik pasien juga mengalami penurunan dari 83,3% menjadi 76,7%. Penelitian ini merekomendasikan, pasien diabetes perlu melakukan senam kaki diabetik lima kali seminggu dan mengikuti pola makan sehat dengan partisipasi aktif dan dukungan dari keluarga atau teman sebaya sehingga akan membantu penderita diabetes menurunkan gejala neuropati perifer dan penurunan glukosa darah puasa.<sup>7</sup>

Penelitian oleh Rosiani, Widyantari, dan Surasta (2018), mendapatkan hasil bahwa penderita neuropati diabetik yang diberi intervensi melakukan senam kaki diabetik sebanyak tiga kali dalam seminggu selama tiga minggu, mengalami perbaikan kondisi neuropati. Sebelum intervensi, mayoritas kelompok perlakuan mengalami neuropati sedang dan setelah intervensi, responden mengalami neuropati ringan. Senam kaki akan efektif jika dilakukan selama 15 menit. Namun, durasi ini dapat disesuaikan dengan kemampuan pasien.<sup>18</sup>

Hal ini sejalan dengan penelitian Suwandewi (2012), yang menunjukkan bahwa latihan senam kaki dibates tiga kali seminggu selama tiga minggu dapat mempengaruhi derajat neuropati pada pasien diabetes secara signifikan. Peningkatan aktivitas melalui senam kaki ini dapat meningkatkan aliran darah kaki dan penggunaan glukosa oleh jaringan kaki.<sup>19</sup>

Kontraksi otot kaki yang terjadi saat melakukan senam kaki juga dapat meningkatkan penggunaan glukosa. Latihan fisik akan meningkatkan pemakaian glukosa oleh otot yang aktif, sehingga aktivitas ini juga dapat membantu kontrol glikemik penderita DM. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa latihan fisik dapat memperbaiki sensitivitas insulin. Responden yang melakukan latihan tiga sampai lima kali seminggu memiliki rata-rata kadar gula darah yang lebih rendah dibanding yang tidak teratur melaksanakannya.<sup>11</sup>

### Ringkasan

DM sebagai penyakit metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar gula dalam darah (hiperglikemia). Salah satu komplikasi utama DM adalah neuropati diabetik. Neuropati diabetik adalah disfungsi saraf perifer progresif

yang ditandai dengan gejala baik sensoris, motoris, atau otonom sesuai dengan lesi saraf yang terlibat.<sup>6,12</sup>

Mekanisme kejadian neuropati disebabkan oleh adanya gangguan metabolisme dalam tubuh. Hiperglikemia terlibat dalam peningkatan aktivitas jalur poliol, stress oksidatif, peningkatan pembentukan AGEs, dan pembentukan radikal bebas. Faktor-faktor tersebut diduga sebagai penyebab berkembangnya neuropati pada pasien DM. Perubahan patologis mengakibatkan kerusakan mikrovaskuler yang memicu penurunan vaskularisasi perifer, sehingga dapat menyebabkan terjadinya ulkus diabetik. Jika kondisi tersebut tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan keparahan seperti cedera kaki dan ulserasi, sehingga meningkatkan risiko untuk amputasi.<sup>6,7</sup>

Salah satu terapi nonfarmakologis yang dianjurkan adalah olahraga atau latihan fisik. Senam kaki diabetik merupakan salah satu alternatif latihan fisik yang dapat dilakukan di rumah. Senam kaki dapat menurunkan risiko dan progresifitas gangguan neuropati perifer dikarenakan dapat memperbaiki aliran darah ke perifer, menambah kekuatan otot, dan memperbaiki fungsi sensorik, motorik dan otonom, sehingga dapat mencegah perburukan neuropati diabetik.<sup>5,16</sup>

Senam diabetik yang dilakukan secara teratur dengan intensitas tiga sampai lima kali dalam seminggu dengan durasi 15 menit, terbukti dapat menurunkan gejala neuropati serta mencegah perburukan status neuropati pada pasien DM. Selain itu, melakukan aktivitas ini dengan rutin dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah, sehingga dapat membantu kontrol glikemik pasien DM.<sup>7,18,19</sup>

### Simpulan

Senam kaki diabetik merupakan intervensi yang efektif untuk memperbaiki gejala neuropati diabetik. Jika dilakukan secara teratur, senam kaki diabetik dapat membantu menurunkan kadar gula darah serta mencegah dan memperlambat perburukan neuropati pada penderita DM. Diharapkan senam kaki diabetik dapat membantu mencegah komplikasi yang lebih parah pada pasien DM.

### Daftar Pustaka

1. World Health Organizations. Noncommunicable Disease [internet]; 2017 [disitasi tanggal 8 Agustus 2022]. Tersedia dari: <http://www.who.int/news-room/factsheets/detail/noncommunicable-diseases>
2. International Diabetes Federation. Type 2 diabetes; 2019.
3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar; 2018.
4. Kementerian Kesehatan RI. Tetap Produktif, Cegah Dan Atasi Diabetes Mellitus: Pusat data dan informasi kementerian kesehatan RI; 2020.
5. PERKENI. Pedoman Penanggulangan dan Tata Laksana Diabetes Melitus Tipe 2. Jakarta : PERKENI; 2021.
6. Rachmantoko R, Afif Z, Rachmawati D, Rakhmatiar R, Kurniawan SN. Diabetik Neuropathic Pain. JPHV. 2021; 8-12.
7. Graciella V, Prabawati D. The effectiveness of diabetic foot exercise to peripheral neuropathy symptoms and fasting blood glucose in type 2 diabetes patients, ICHD, 2020; 30:45-9.
8. Putri RN, Waluyo A. Faktor resiko neuropati perifer diabetik pada pasien diabetes melitus tipe 2. Jurnal keperawatan Abdurrab. 2020; 3(2):17-25.
9. Juster-switlyk K, Smith AG. Updates in Diabetic Peripheral Neuropathy. 2018; 5:1-7.
10. Leitzelar BN, Koltyn KF. Exercise and neuropathic pain: a general overview of preclinical and clinical research. Sports Medicine. 2021; 7(21):1-16.
11. Wibisana E, Sofiani Y. Pengaruh senam kaki terhadap kadar gula darah pasien diabetes melitus di rsu serang provinsi banten tahun 2014. Jurnal JKFT. 2017; 2:107-14.
12. Pamungkas RA, Usman A. Panduan praktis screening resiko diabetes. Bondowoso : KHD Production; 2021.
13. Widyadharma IPE. Nyeri Polineuropati Diabetik. Pain Education; 2017. 101-9.
14. Sari NDP, Nawangsari H, Yosdimiyati L. Pengaruh senam kaki terhadap neuropati perifer pada penderita dm tipe 2 di desa kaliwungu kecamatan jombang kabupaten jombang; 2019
15. Quan, Dianna. Diabetic Neuropathy Treatment & Management. Medscape; 2021 [disitasi tanggal 10 Agustus 2022]. Tersedia dari: <http://emedicine.medscape.com/article/1170337-treatment#showall>
16. Priyanto S. Pengaruh senam kaki terhadap sensitivitas kaki dan kadar gula darah pada agregat lansia di magelang. tesis. Universitas Indonesia; 2012.
17. Wijayanti D, Sujianto U, Juniarto AZ. Modul senam kaki pelatihan edukator. Semarang : Universitas Diponegoro; 2018.
18. Rosiani KS, Widyantari DM, Surasta IW. Pengaruh senam kaki diabetes terhadap neuropati perifer sensori pada pasien diabetes mellitus tipe 2. COPING; 2018; 6(1):17-26
19. Suwandewi N. Pengaruh Senam Kaki Diabetik Terhadap Diabetic Peripheral Neuropathy Pada Kaki Pasien Diabetes Melitus di Puskesmas 1 Denpasar Selatan. Denpasar : Universitas Udayana; 2012.