

LAPORAN PENELITIAN

Peran Terapi Latihan Dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Dan Meminimalkan Risiko Amputasi Pada Pasien Diabetes Militus Dengan Gangren Ekstremitas Bawah



**Fakultas
Ilmu Kesehatan**

Oleh:

Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed (0001019502)

Atik Swandari S.ST, M.Kes (0704038305)

Niniek Soetini, S.Ft., M.Fis., Ftr (-)

Fatimah Azzahra Bahsin (20201668021)

Endang Titik Nurhidayati (20211668006)

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA**

Jl. Sutorejo, No. 59 Surabaya 60113

Telp. 031-3811966

<http://www.um-surabaya.ac.id>

Tahun Ajaran 2022-2023

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Peran Terapi Latihan Dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Dan Meminimalkan Risiko Amputasi Pada Pasien Diabetes Militus Dengan Gangren Ekstremitas Bawah

Skema : Penelitian

Jumlah Dana : Rp10.362.000

Ketua Penelitian

- a. Nama Peneliti : Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed
- b. NIDN : 0001019502
- c. Jabatan Fungsional : Dosen Pengajar
- d. Program Studi : Sarjana Fisioterapi
- e. Nomor Hp : 081259305093
- f. Alamat Email : kensiwi@um-surabaya.ac.id

Anggota Peneliti 1

- a. Nama Lengkap : Atik Swandari S.ST, M.Kes
- b. NIDN : 0704038305
- c. Perguruan Tinggi/ Instansi : Universitas Muhammadiyah Surabaya

Anggota Peneliti 2

- a. Nama Lengkap : Niniek Soetini, S.Ft., M.Fis., Ftr
- b. NIDN : -
- c. Perguruan Tinggi/ Instansi : Fisioterapis Klinik Fisioterapi Mulyosari Surabaya

Anggota Mahasiswa 1

- a. Nama Mahasiswa : Fatimah Azzahra Bahsin
- b. NIM : 20201668021

Anggota Mahasiswa 2

- a. Nama Mahasiswa : Endang Titik Nurhidayati
- b. NIM : 20211668006



Mengetahui,
Dekan/Ketua

Dr. Nur Mukarromah, S.KM., M.Kes
NIP. 012051197297019

Surabaya, 16 April 2023
Ketua Peneliti

Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed
NIDN. 0001019502



Menyetujui,
Ketua LPPM

Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kes
NIK. 012051198714113

DAFTAR ISI

LAPORAN PENELITIAN	1
LEMBAR PENGESAHAN	2
DAFTAR ISI	3
ABSTRAK	5
ABSTRACT	6
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1 Latar Belakang	7
1.2 Rumusan Penelitian	10
1.3 Tujuan Penelitian	10
1.4 Manfaat Penelitian	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
2.1 Diabetes Militus	12
2.2 Gangren	15
2.3 Penyembuhan Luka	17
2.4 Amputasi	18
2.5 Intervensi Terapi Latihan	20
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Desain Penelitian	24
3.2 Sampel dan Perlakuan	24
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.4 Pengumpulan Data	25
3.5 Instrumen Penelitian	25
3.6 Teknik Analisis Data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil	27
4.2 Pembahasan	28
BAB V RENCANA TAHAP BERIKUTNYA	33
5.1 Rencana Tahap Berikutnya	33
BAB VI PENUTUP	34
6.1 Kesimpulan	34
6.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

ABSTRAK

Peran Terapi Latihan dalam Mempercepat Penyembuhan Luka dan Meminimalkan Risiko Amputasi pada Pasien Diabetes Militus dengan Gangren Ekstremitas Bawah

Diabetes adalah penyakit metabolik yang timbul pada seseorang karena peningkatan kadar glukosa darah, yang dapat disebabkan oleh gangguan insulin. Latihan dapat membantu meningkatkan penyembuhan luka karena oksigen dapat menjamin produksi energi dari ATP dan merangsang metabolisme sel dan angiogenesis, setelah itu oksigen dapat meningkatkan proliferasi fibroblas, sintesis kolagen, dan epitelisasi, sehingga dapat membuat luka mengecil dan luka berfeksi dapat dicegah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui terapi latihan dapat mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Quasi eksperiment* dengan rancangan penelitian *one group comparation pretest – posttest design*, dengan melakukan latihan latihan Buerger-Allen sehari 3 kali sehari dan Latihan ROM dengan menggerakkan ankle ke arah alfabet, diukur menggunakan lembar observasi. menyatakan terdapat perbedaan bermakna karakteristik warna penyembuhan luka sesudah perlakuan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol yang artinya terdapat pengaruh Terapi latihan terhadap karakteristik penyembuhan luka ulkus kaki diabetik ($p=0.000$, $p<0.05$). Terdapat pengaruh terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah

Kata Kunci: Diabetes Militus, Terapi Latihan, Penyembuhan Luka, Resiko Amputasi, Gangren

ABSTRACT

The Role of Exercise Therapy in Accelerating Wound Healing and Minimizing the Risk of Amputation in Diabetes Mellitus Patients with Lower Extremity Gangrene

Diabetes is a metabolic disease that occurs in a person due to an increase in blood glucose levels, which can be caused by insulin disorders. Exercise can help improve wound healing because oxygen can guarantee the production of energy from ATP and stimulate cell metabolism and angiogenesis. The purpose of this study was to determine whether exercise therapy can accelerate wound healing and minimize the risk of amputation in patients with diabetes mellitus with lower extremity gangrene. The type of research used was quasi-experimental with a one group comparative pretest – posttest design, by doing the Buerger-Allen exercises 3 times a day and ROM exercises by moving the ankles in the direction of the alphabet, measured using an observation sheet. stated that there was a significant difference in the color characteristics of wound healing after treatment between the intervention group and the control group, which means that there was an effect of exercise therapy on the healing characteristics of diabetic foot ulcers ($p=0.000$, $p<0.05$). There is an effect of exercise therapy in accelerating wound healing and minimizing the risk of amputation in patients with diabetes mellitus with lower extremity gangrene

Keywords: Diabetes mellitus, exercise therapy, wound healing, risk of amputation, gangrene

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes adalah penyakit metabolik yang timbul pada seseorang karena peningkatan kadar glukosa darah, yang dapat disebabkan oleh gangguan insulin. Menurut Turan, Diabetes Mellitus berkembang di seluruh dunia dan sekarang mempengaruhi sekitar 5%-15% dari seluruh populasi di banyak negara maju dan berkembang. Sedangkan berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) terjadi peningkatan DM dari 6,9% pada 2013 menjadi 8,5% pada tahun 2018.

Komplikasi yang paling banyak dialami oleh penderita diabetes adalah Diabetic Foot Ulcer (DFU), karena daerah ini lebih rentan terhadap fenomena ini. Jika tidak ditangani, risiko terjadinya ulkus diabetikum dapat meningkat, yang dapat mengganggu fisik dan psikis mereka. Risiko luka akibat DFU dapat berujung pada amputasi (Mirtha,2018). Ulkus kaki diabetik terjadi pada diabetes tipe 1 dan tipe 2, tetapi ada jauh lebih banyak orang dengan penyakit tipe 2. Rata-rata usia penderita ulkus kaki diabetik adalah sekitar 60 tahun (Turan et al, 2015).

Beberapa faktor terlibat dalam perkembangan DFU tetapi dua penyebab utama yaitu patologi primer dan sekunder. Etiologi primer melibatkan neuropati perifer dan vaskulopati, sedangkan penyebab sekunder berhubungan dengan komplikasi hiperglikemia. Ulkus kaki diabetik dapat bersifat neuropatik total (35%), iskemik lengkap (15%) atau neuro iskemik campuran (50%). Cedera pada sel saraf yang berhubungan dengan kadar gula darah yang tidak terkontrol dengan baik menyebabkan neuropati motorik, sensorik dan otonom, yang menyebabkan perubahan anatomi kaki (seperti deformitas kaki cakar dan jari kaki palu), gangguan persepsi sensorik dan pembentukan retakan kulit. Disfungsi mikrovaskular dan

penyakit makrovaskular (ather osclerotic) menyebabkan iskemia melalui gangguan suplai darah ke kaki. Ulkus biasanya terjadi di kaki karena trauma fisik, termal atau kimia (Turan et al, 2015).

Standar emas untuk pengobatan ulkus kaki diabetik meliputi debrimentasi luka, manajemen infeksi, revaskularisasi, dan off-loading ulkus. Latihan juga membantu meningkatkan penyembuhan luka karena oksigen dapat menjamin produksi energi dari ATP dan merangsang metabolisme sel dan angiogenesis, setelah itu oksigen dapat meningkatkan proliferasi fibroblas, sintesis kolagen, dan epitelisasi, sehingga dapat membuat luka mengecil dan luka berfeksi dapat dicegah. Hal ini berkaitan dengan perubahan yang terjadi akibat latihan (aktivitas otot, peningkatan aliran darah ke area luka, dan penurunan hipoksia) (Mirtha,2018).

Studi terbaru menunjukkan bahwa olahraga, mungkin merupakan modalitas terapi yang efektif untuk pasien dengan ulkus kaki diabetik. Rentang gerak sendi, latihan peregangan, latihan Buerger-Allen, dan latihan *proprioception* dan keseimbangan dapat membantu pada pasien dengan, atau kecenderungan untuk, ulkus kaki diabetik. Latihan yang melibatkan rentang gerak sendi atau peregangan ke segala arah dapat meningkatkan aliran darah ke kaki. Latihan *proprioception* meningkatkan input sensorik pada pasien dengan polineuropati diabetik, sehingga meningkatkan kapasitas persepsi dan kemampuan mereka untuk melindungi ekstremitas. Latihan-latihan ini dapat mengurangi risiko jatuh terkait dengan peningkatan keseimbangan dan koordinasi. Selain itu, seperti halnya latihan ini, latihan keseimbangan dan koordinasi dapat menyebabkan penurunan risiko jatuh terkait dengan peningkatan.

Menggunakan latihan Buerger-Allen dapat meningkatkan suplai darah ke ekstremitas, berpotensi mengarah pada pembentukan struktur vaskular baru. Saat melakukan latihan ini pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 3 menit,

mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi. Kemudian, ia harus duduk dan menjaga kedua kaki dalam posisi berikut selama masing-masing tiga menit: fleksi, ekstensi, pronasi, dan supinasi. Kaki harus berubah menjadi merah muda (terkait dengan peningkatan aliran darah) setelah berlatih gerakan ini; jika menjadi biru atau nyeri, pasien harus mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi lagi dan beristirahat, sesuai kebutuhan. Di akhir latihan, pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 5 menit, menjaga kaki tetap hangat dengan membungkusnya dengan selimut.

Dalam sebuah studi oleh Goldsmith et al. menyelidiki kemanjuran latihan rentang gerak pada pasien kaki diabetik, mereka meminta pasien untuk menggambar huruf alfabet dengan kaki mereka dan juga berlatih dorsofleksi pasif dan aktif dari pergelangan kaki dan sendi *metatarsophalangeal*, fleksi plantar, pronasi dan supinasi sendi subtalar aktif, peregangan otot gastrocnemius dan soleus (Turan et al,2015). Dari permasalahan di atas maka dilakukan penelitian dengan tujuan terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah.

1.2 Rumusan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Apakah terapi latihan dapat mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui terapi latihan dapat mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang efektivitas terapi latihan dalam meningkatkan penyembuhan luka pada pasien diabetes melitus dengan gangren ekstremitas bawah. Hal ini akan memperkaya pengetahuan medis dan memberikan dasar ilmiah untuk mengembangkan pendekatan terapi yang lebih baik dan lebih efektif.
2. Hasil penelitian yang positif dapat memperkuat keyakinan profesional medis dan pasien terhadap manfaat terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan mengurangi risiko amputasi. Selain itu, penelitian ini dapat membuka pintu untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan program latihan yang lebih spesifik dan efektif.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Militus

2.1.1 Definisi

Diabetes melitus adalah penyakit kronis yang ditandai oleh tingginya kadar gula (glukosa) dalam darah. Kondisi ini terjadi ketika tubuh tidak dapat memproduksi atau menggunakan hormon insulin dengan efektif. Insulin adalah hormon yang diproduksi oleh pankreas dan berperan dalam mengatur kadar glukosa darah.

Diabetes adalah penyakit metabolik yang timbul pada seseorang karena peningkatan kadar glukosa darah, yang dapat disebabkan oleh gangguan insulin. Menurut Turan, Diabetes Mellitus berkembang di seluruh dunia dan sekarang mempengaruhi sekitar 5%-15% dari seluruh populasi di banyak negara maju dan berkembang. Sedangkan berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) terjadi peningkatan DM dari 6,9% pada 2013 menjadi 8,5% pada tahun 2018.

Gejala diabetes melitus dapat mencakup poliuria (sering buang air kecil), polidipsia (haus berlebihan), penurunan berat badan tanpa alasan yang jelas, kelelahan, penglihatan kabur, luka yang sulit sembuh, dan infeksi berulang. Jika tidak diobati atau dikendalikan dengan baik, diabetes melitus dapat menyebabkan komplikasi serius, seperti penyakit jantung, stroke, kerusakan saraf, kerusakan ginjal, dan masalah mata.

2.1.2 Tipe Diabetes Militus

Dalam diabetes melitus, ada beberapa tipe utama yang umumnya dikenal: Diabetes Melitus Tipe 1: Terjadi ketika sel-sel pankreas yang memproduksi insulin rusak atau dihancurkan oleh sistem kekebalan tubuh. Akibatnya, tubuh

tidak dapat memproduksi insulin yang cukup, atau bahkan tidak ada insulin sama sekali. Orang dengan diabetes tipe 1 membutuhkan suntikan insulin untuk mempertahankan kadar glukosa darah yang normal.

Diabetes Melitus Tipe 2: Merupakan jenis diabetes yang paling umum terjadi. Pada diabetes tipe 2, tubuh tidak menggunakan insulin dengan efektif (resistensi insulin), atau tidak memproduksi cukup insulin untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Faktor risiko untuk diabetes tipe 2 termasuk obesitas, gaya hidup tidak sehat, faktor genetik, dan usia.

Diabetes Melitus Gestasional: Terjadi pada wanita hamil yang sebelumnya tidak memiliki diabetes. Kondisi ini terjadi karena perubahan hormon selama kehamilan yang dapat menyebabkan resistensi insulin. Diabetes gestasional biasanya menghilang setelah persalinan, tetapi meningkatkan risiko terjadinya diabetes tipe 2 di masa mendatang.

2.1.3 Patofisiologi

Patofisiologi diabetes melitus melibatkan gangguan dalam regulasi glukosa darah yang disebabkan oleh masalah pada hormon insulin atau respon tubuh terhadap insulin. Insulin adalah hormon yang diproduksi oleh sel-sel beta di pankreas dan berperan dalam mengatur kadar glukosa dalam darah.

- a. Patofisiologi diabetes tipe 1: Diabetes tipe 1 terjadi ketika sistem kekebalan tubuh menyerang dan menghancurkan sel-sel beta pankreas yang memproduksi insulin. Akibatnya, produksi insulin berkurang drastis atau bahkan tidak ada sama sekali. Kekurangan insulin mengakibatkan penumpukan glukosa dalam darah (hiperglikemia), karena tubuh tidak dapat menggunakan glukosa sebagai sumber energi dengan efektif. Pada saat yang sama, tubuh tidak dapat memanfaatkan glukosa untuk memasukkannya ke dalam sel-sel untuk digunakan sebagai bahan bakar.

- b. Patofisiologi diabetes tipe 2: Diabetes tipe 2 melibatkan resistensi insulin, di mana tubuh tidak merespons insulin dengan baik. Sel-sel tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin, sehingga glukosa tidak dapat dengan efektif masuk ke dalam sel-sel untuk digunakan sebagai sumber energi. Pada awalnya, pankreas menghasilkan lebih banyak insulin untuk mencoba mengatasi resistensi ini. Namun, seiring waktu, pankreas tidak dapat mempertahankan produksi insulin yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuh, sehingga terjadi kekurangan insulin relatif. Selain resistensi insulin, ada juga penurunan sekresi insulin oleh sel-sel beta pankreas dalam diabetes tipe 2. Ini menyebabkan penurunan produksi insulin yang lebih lanjut.

2.1.4 Manifestasi Diabetes Melitus

- a. Hiperglikemia: Penumpukan glukosa darah yang tinggi (hiperglikemia) merupakan ciri khas diabetes melitus. Kelebihan glukosa dalam darah dapat menyebabkan berbagai komplikasi jangka panjang pada organ dan sistem tubuh.
- b. Kerusakan pembuluh darah: Hiperglikemia dalam jangka panjang dapat merusak pembuluh darah di seluruh tubuh, yang dapat mengganggu sirkulasi darah dan menyebabkan komplikasi seperti penyakit jantung, stroke, dan penyakit ginjal.
- c. Gangguan saraf: Diabetes melitus dapat merusak saraf (neuropati) karena efek hiperglikemia yang berkepanjangan. Ini dapat menyebabkan gejala seperti nyeri, mati rasa, atau kesemutan pada ekstremitas, gangguan pencernaan, dan disfungsi seksual.
- d. Kerusakan ginjal: Diabetes melitus dapat menyebabkan kerusakan pada glomerulus, yaitu unit penyaringan dalam ginjal. Ini dapat mengakibatkan penyakit ginjal kronis yang progresif.

- e. Masalah mata: Diabetes melitus dapat menyebabkan komplikasi mata seperti retinopati diabetik, yang melibatkan kerusakan pembuluh darah di mata, serta risiko katarak dan glaukoma yang lebih tinggi.

2.2 Gangren

Gangrene adalah kondisi matinya jaringan tubuh akibat tidak mendapat pasokan darah yang cukup. Kondisi ini umumnya terjadi di tungkai, jari kaki, atau jari tangan, tetapi juga bisa terjadi pada otot serta organ dalam tubuh. Gangrene merupakan kondisi serius yang bisa mengarah ke amputasi hingga kematian. Kondisi ini banyak ditemukan sebagai komplikasi dari penyakit yang menyebabkan kerusakan pembuluh darah dan aliran darah, seperti diabetes atau aterosklerosis. Pada dasarnya, gangrene disebabkan oleh terhenti atau berkurangnya aliran darah ke jaringan tubuh, misalnya karena emboli. Hal ini membuat jaringan tubuh kekurangan oksigen dan nutrisi sehingga menyebabkan sel-sel pada jaringan tubuh mati.

Gangrene dapat terjadi pada siapa saja. Namun, kondisi ini lebih sering dialami oleh penderita diabetes, terutama yang kadar gula darahnya tidak terkontrol dengan baik. Kadar gula darah tinggi yang dialami penderita diabetes dapat merusak saraf, terlebih saraf di ujung tangan dan kaki, sehingga menyebabkan mati rasa pada bagian tersebut. Kondisi ini membuat penderita diabetes rentan mengalami cedera yang tidak disadari sehingga berisiko terinfeksi dan berkembang menjadi gangrene.

Kadar gula darah tinggi juga dapat menyumbat aliran darah ke ujung tangan dan kaki. Hal ini membuat pasokan darah dan sel-sel yang berfungsi melawan infeksi di bagian tubuh tersebut menjadi berkurang. Jika sel yang melawan infeksi berkurang, luka menjadi lebih susah sembuh, rentan terinfeksi, dan berisiko menjadi gangrene.

Gejala gangrene sangat beragam, tergantung pada penyebab yang mendasarinya. Gangrene bisa menyerang bagian tubuh mana pun, tetapi umumnya terjadi pada kaki atau tangan. Gejala gangrene dapat dibagi menjadi gangrene eksternal dan gangrene internal. Gejala gangrene eksternal terlihat di permukaan kulit, sedangkan gejala gangrene internal terjadi di dalam tubuh.

2.3 Penyembuhan Luka

Proses penyembuhan luka gangren melibatkan beberapa tahapan yang kompleks dan melibatkan berbagai mekanisme tubuh untuk menghilangkan jaringan mati, memperbaiki kerusakan, dan membangun kembali jaringan yang sehat. Berikut adalah tahapan umum dalam proses penyembuhan luka gangren:

- a. Fase Inflamasi: Tahap pertama dalam proses penyembuhan luka gangren adalah fase inflamasi. Pada tahap ini, terjadi peradangan sebagai respons tubuh terhadap kerusakan jaringan. Sel darah putih, seperti neutrofil dan makrofag, bermigrasi ke area luka untuk membersihkan jaringan mati dan melawan infeksi. Peradangan ini juga merangsang aliran darah ke area luka untuk membawa faktor penyembuhan dan nutrisi yang dibutuhkan.
- b. Fase Proliferasi: Setelah fase inflamasi, tahap proliferasi dimulai. Pada tahap ini, sel-sel fibroblas mulai memproduksi kolagen, protein yang membentuk kerangka jaringan parut baru. Sel-sel endotel juga mulai membentuk pembuluh darah baru (angiogenesis) untuk menyediakan aliran darah yang diperlukan ke area luka. Selain itu, keratinosit, jenis sel kulit, berkembang biak dan menutupi luka dengan pembentukan jaringan epitel baru.
- c. Fase Remodeling: Tahap terakhir adalah fase remodeling atau perombakan jaringan. Pada tahap ini, jaringan parut yang terbentuk mengalami penyusutan dan perubahan struktural. Kolagen yang baru terbentuk disusun ulang dan

diperkuat untuk meningkatkan kekuatan jaringan. Proses ini berlangsung selama berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun setelah penyembuhan luka.

Selama proses penyembuhan luka gangren, peran faktor-faktor lain juga penting, seperti nutrisi yang adekuat, oksigenasi yang baik, dan pengendalian infeksi. Nutrisi yang baik diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi dan nutrisi yang diperlukan oleh sel-sel yang terlibat dalam penyembuhan. Oksigenasi yang baik membantu memperbaiki aliran darah ke area luka, sementara pengendalian infeksi melibatkan pemberian antibiotik dan perawatan luka yang tepat untuk mencegah infeksi bakteri yang dapat menghambat proses penyembuhan.

2.4 Amputasi

Risiko amputasi merujuk pada kemungkinan atau potensi seseorang untuk menjalani amputasi, yaitu pengangkatan sebagian atau seluruh anggota tubuh yang terkena gangren, trauma, infeksi, atau kondisi medis lainnya. Risiko amputasi dapat bervariasi tergantung pada sejumlah faktor, termasuk kondisi medis yang mendasari, tingkat keparahan penyakit atau cedera, pengobatan yang telah dilakukan, dan respons tubuh terhadap pengobatan atau terapi. Beberapa kondisi atau faktor yang dapat meningkatkan risiko amputasi meliputi:

- a. **Diabetes Melitus:** Pasien diabetes melitus memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami komplikasi vaskular perifer dan neuropati diabetik, yang dapat mengganggu sirkulasi darah dan fungsi saraf di ekstremitas. Jika tidak diobati atau dikendalikan dengan baik, kondisi ini dapat meningkatkan risiko terjadinya luka yang sulit sembuh dan infeksi yang dapat berakhir dengan amputasi.
- b. **Penyakit Vaskular Perifer:** Penyakit arteri perifer, aterosklerosis, atau penyumbatan pembuluh darah lainnya dapat menyebabkan penurunan aliran darah ke ekstremitas, yang dapat mempengaruhi penyembuhan luka dan meningkatkan risiko amputasi.

- c. Infeksi: Infeksi yang parah dan tidak diobati dengan baik dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang luas dan mengancam kehidupan. Jika infeksi menyebar ke jaringan yang mendalam atau tidak dapat dikendalikan, amputasi mungkin diperlukan untuk menghentikan penyebaran infeksi.
- d. Cedera Traumatik: Cedera serius pada anggota tubuh, seperti kecelakaan mobil atau luka tembak, dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang parah dan dapat memerlukan amputasi jika tidak dapat dipulihkan dengan prosedur bedah atau perawatan lainnya.
- e. Kanker: Pada beberapa kasus kanker yang agresif atau stadium lanjut, amputasi mungkin diperlukan untuk menghentikan penyebaran kanker yang tidak dapat diobati atau dikendalikan dengan terapi lain.

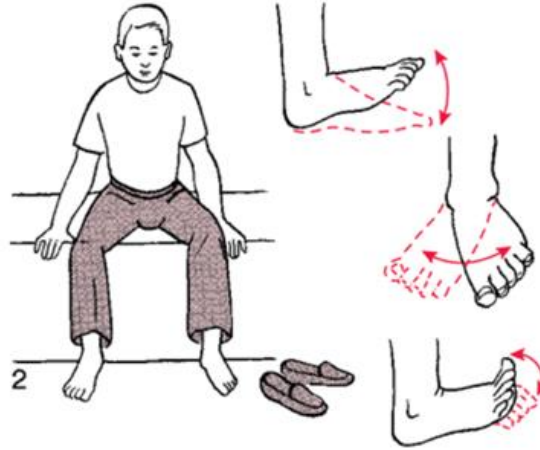
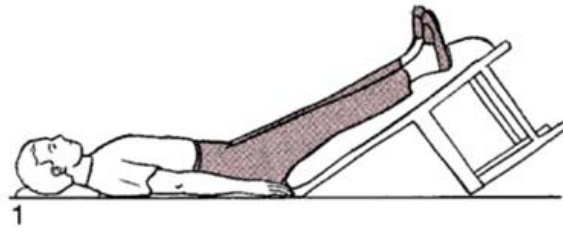
Penting untuk dicatat bahwa risiko amputasi dapat diminimalkan melalui pengobatan yang tepat, pengendalian kondisi medis yang mendasari, perawatan luka yang optimal, dan tindakan pencegahan yang sesuai. Penting juga untuk mendapatkan perawatan medis yang tepat waktu dan berkonsultasi dengan profesional kesehatan untuk mengelola kondisi dan mengurangi risiko komplikasi yang dapat berujung pada amputasi.

2.5 Intervensi Terapi Latihan

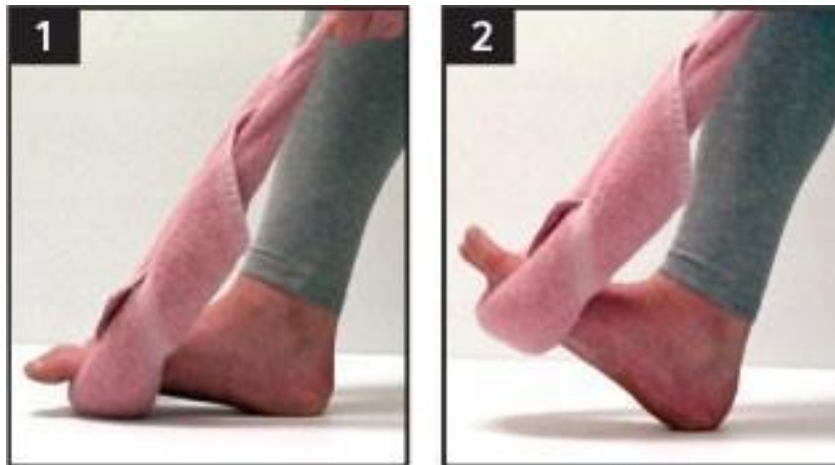
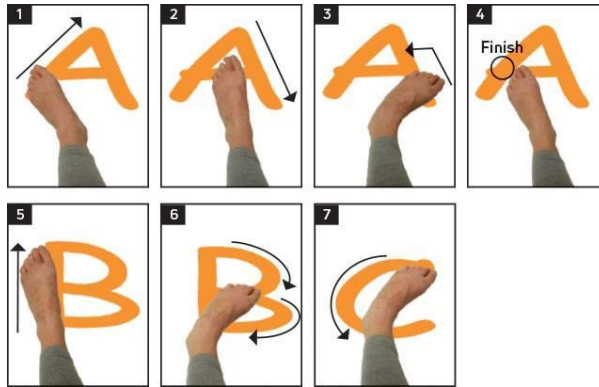
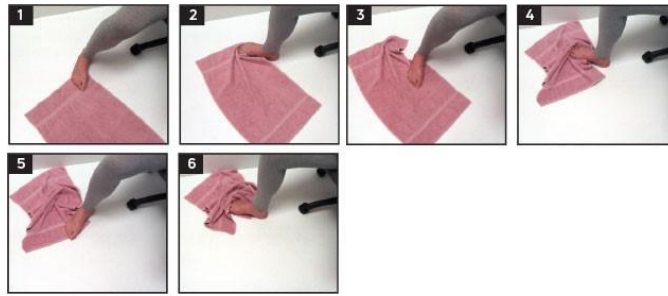
Standar emas untuk pengobatan ulkus kaki diabetik meliputi debrimentasi luka, manajemen infeksi, revaskularisasi, dan off-loading ulkus. Latihan juga membantu meningkatkan penyembuhan luka karena oksigen dapat menjamin produksi energi dari ATP dan merangsang metabolisme sel dan angiogenesis, setelah itu oksigen dapat meningkatkan proliferasi fibroblas, sintesis kolagen, dan epitelisasi, sehingga dapat membuat luka mengecil dan luka berinfeksi dapat dicegah. Hal ini berkaitan dengan perubahan yang terjadi akibat latihan (aktivitas otot, peningkatan aliran darah ke area luka, dan penurunan hipoksia) (Mirtha,2018).

Studi terbaru menunjukkan bahwa olahraga, mungkin merupakan modalitas terapi yang efektif untuk pasien dengan ulkus kaki diabetik. Rentang gerak sendi, latihan peregangan, latihan Buerger-Allen, dan latihan *proprioception* dan keseimbangan dapat membantu pada pasien dengan, atau kecenderungan untuk, ulkus kaki diabetik. Latihan yang melibatkan rentang gerak sendi atau peregangan ke segala arah dapat meningkatkan aliran darah ke kaki. Latihan *proprioception* meningkatkan input sensorik pada pasien dengan polineuropati diabetik, sehingga meningkatkan kapasitas persepsi dan kemampuan mereka untuk melindungi ekstremitas. Latihan-latihan ini dapat mengurangi risiko jatuh terkait dengan peningkatan keseimbangan dan koordinasi. Selain itu, seperti halnya latihan ini, latihan keseimbangan dan koordinasi dapat menyebabkan penurunan risiko jatuh terkait dengan peningkatan.

Menggunakan latihan Buerger-Allen dapat meningkatkan suplai darah ke ekstremitas, berpotensi mengarah pada pembentukan struktur vaskular baru. Saat melakukan latihan ini pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 3 menit, mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi. Kemudian, ia harus duduk dan menjaga kedua kaki dalam posisi berikut selama masing-masing tiga menit: fleksi, ekstensi, pronasi, dan supinasi. Kaki harus berubah menjadi merah muda (terkait dengan peningkatan aliran darah) setelah berlatih gerakan ini; jika menjadi biru atau nyeri, pasien harus mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi lagi dan beristirahat, sesuai kebutuhan. Di akhir latihan, pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 5 menit, menjaga kaki tetap hangat dengan membungkusnya dengan selimut.



Dalam sebuah studi oleh Goldsmith et al. menyelidiki kemanjuran latihan rentang gerak pada pasien kaki diabetik, mereka meminta pasien untuk menggambar huruf alfabet dengan kaki mereka dan juga berlatih dorsofleksi pasif dan aktif dari pergelangan kaki dan sendi *metatarsophalangeal*, fleksi plantar, pronasi dan supinasi sendi subtalar aktif, peregangan otot gastrocnemius dan soleus (Turan et al,2015).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah suatu strategi untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan dan berperan sebagai pedoman atau penuntun penelitian pada seluruh proses penelitian (Suyoto & Sodik, 2015). Jenis penelitian yang digunakan adalah *Quasi eksperiment* dengan rancangan penelitian *one group comparation pretest – posttest design*, dengan melakukan latihan latihan Buerger-Allen sehari 3 kali sehari dan Latihan ROM dengan menggerakkan ankle kea rah alfabet, diukur menggunakan lembar observasi. Analisis data penelitian menggunakan uji *Mann Whitney*.

3.2 Sampel dan Perlakuan

Sample penelitian ini merupakan pasien diabetes militus di Klinik Mulyosari dengan gangrene ekstremitas bawah sebanyak 10 orang sampel. Terapi Latihan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Menggunakan latihan Buerger-Allen dapat meningkatkan suplai darah ke ekstremitas, berpotensi mengarah pada pembentukan struktur vaskular baru. Saat melakukan latihan ini pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 3 menit, mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi. Kemudian, ia harus duduk dan menjaga kedua kaki dalam posisi berikut selama masing-masing tiga menit: fleksi, ekstensi, pronasi, dan supinasi. Kaki harus berubah menjadi merah muda (terkait dengan peningkatan aliran darah) setelah berlatih gerakan ini; jika menjadi biru atau nyeri, pasien harus mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi lagi dan beristirahat, sesuai kebutuhan. Di akhir latihan, pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 5 menit, menjaga kaki tetap hangat dengan membungkusnya dengan selimut. Latihan lingkup gerak

sendi dengan menggerakkan ankle kearah huruf-huruf alfabet dengan kaki mereka dan juga berlatih dorsofleksi pasif dan aktif dari pergelangan kaki dan sendi *metatarsophalangeal*, fleksi plantar, pronasi dan supinasi sendi subtalar aktif, peregangan otot gastrocnemius dan soleus.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Klinik Mulyosasri, mulai bulan bulan Agustus 2022- Januari 2023.

3.4 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh merupakan data primer, yang langsung didapat dari hasil intervensi.

3.5 Instrumen Penelitian

Adapun pemeriksaan fisioterapi yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

- a. Inspeksi
- b. Pemeriksan integritas kulit
- c. Pemeriksaan tanda vital
- d. Pemeriksaan spesifik Beberapa pemeriksaan fisioterapi lainnya yang meliputi pemeriksaan subjektif, objektif dan fungsional

3.6 Teknik Analisis Data

Hasil pengukuran dianalisis secara statistik menggunakan SPSS. Uji normalitas data menggunakan *Saphiro-Wilk test* dan untuk mengetahui kondisi antara hasil pengukuran pre dan post diuji menggunakan uji parametrik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Data karakteristik responden pada kelompok intervensi dan kelompok kontrol didapatkan data mengenai jenis kelamin, umur, dan masa kerja yang disajikan pada tabel 1. Tabel 2 menunjukkan data karakteristik warna luka ulkus kaki sebelum dilakukan *ROM Ankle* pada penderita luka ulkus kaki diabetik. Diperoleh hasil analisis *Mann Whitney* dalam tabel 3, yang menyatakan terdapat perbedaan bermakna karakteristik warna penyembuhan luka sesudah perlakuan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol yang artinya terdapat pengaruh Terapi latihan terhadap karakteristik penyembuhan luka ulkus kaki diabetik ($p=0.000$, $p<0.05$)

Tabel 1. Karakteristik sampel

Variabel	Rerata \pm SB	Rentang
Jenis Kelamin		
Laki-laki	4 \pm 2,75	
Perempuan	6 \pm 2,0	
Usia	50,0 \pm 2,75	50-61 Tahun

Tabel 2. Karakteristik Luka Ulkus Kaki Sebelum dan Sesudah Terapi Latihan

No	Variabel	Pre		Post	
		n	%	n	%
1	Warna Luka				
	Merah	2	20%	8	80%
	Kuning	7	80%	2	20%
	Hitam	1	10%	0	0%
	Total	10	100%	10	100%
$p = 0.000, p < 0.05$					

4.2 Pembahasan

Menurut Tholib (2016) teori warna dasar luka kuning disebabkan karena keadaan luka yang mengalami infeksi, kontaminasi atau gangguan vaskularisasi jaringan. Akan tetapi luka kondisi luka kronis biasanya akan mengalami kontaminasi, tetapi belum tentu luka tersebut mengalami infeksi. Untuk membuktikan bahwa luka tersebut mengalami infeksi perlu dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui adanya peningkatan leukosit darah, dan ada tanda lain misalnya peningkatan suhu tubuh. Sedangkan pada warna dasar luka hitam dapat ditandai dengan terdapatnya jaringan nekrotik dan eskar yang mengeras, mungkin kering atau lembab merupakan jaringan avaskularisasi (Tholib, 2016). Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh pengalaman dan informasi dimana responden tetapi tidak mempunyai pengalaman dan informasi tentang ulkus kaki diabetik yang cukup maka pengetahuan keluarga tentang ulkus diabetik tidak akan meningkat, sebaliknya jika penderita mempunyai pengalaman dan informasi seperti pernah menerima informasi dan penyuluhan-penyuluhan tentang ulkus diabetik maka pengetahuan penderita tentang ulkus semakin tinggi pula. Hal tersebut diperkuat oleh teori menurut Notoatmodjo (2007) yang menyatakan peran dipengaruhi oleh pembentukan perilaku, dimana faktor yang melatarbelakangi motivasi bagi perilaku yaitu pengetahuan dan sikap, dimana tingkat pendidikan seseorang akan memberi

dampak terhadap pengetahuan dan sikap yang dilakukan. Salah satunya seperti pengetahuan tentang terapi yang efektif bagi semua tipe diabetes melitus akan mengoptimalkan kontrol glukosa darah dan mengurangi komplikasi ada lima komponen dalam penatalaksanaan diabetes yaitu penatalaksanaan diet, latihan jasmani, pemantauan kadar glukosa darah, pemakaian obat hipoglikemi, edukasi atau penyuluhan (Tholib, 2016).

Responden mengalami perubahan warna menjadi merah (80%), sedangkan pada kelompok kontrol karakteristik warna penyembuhan luka setelah perlakuan sebagian besar masih tetap berwarna kuning (80%). Hasil analisis menyatakan terdapat perbedaan karakteristik luka sesudah perlakuan *ROM Ankle* antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Karakteristik luka berwarna merah diartikan penyembuhan luka baik. Latihan jasmani dapat mempengaruhi derajat luka ulkus kaki dilihat dari karakteristik warna dasar luka karena dapat mengoptimalkan vaskularisasi periulkus. Hal ini diperkuat dengan teori menurut Taufiq (2011) bahwa salah satu latihan jasmani dianjurkan pada penderita ulkus kaki adalah melakukan gerakan *ROM Ankle*. Karena tujuan dilaksanakan *ROM Ankle* untuk memperlancar peredaran darah dapat mencegah dan memperbaiki jaringan pada ulkus kaki diabetik untuk membantu proses penyembuhan luka melalui pengoptimalan vaskularisasi periulkus dapat dilihat dengan perubahan warna ulkus kaki diabetik.

Masalah utama pada ulkus kaki diabetik adalah kelainan pada sirkulasi darah. Kelainan pada sirkulasi darah akan menyebabkan resiko pembuluh darah tersumbat sehingga mengakibatkan aliran darah terganggu, kekurangan pada suplai oksigen, kebutuhan nutrisi yang terganggu sehingga berakibat proses penyembuhan luka terganggu. Proses pengobatan yang tidak efektif akan beresiko terjadi luka gangren. Luka gangren pada ekstremitas bawah mempunyai komplikasi amputasi

apabila luka gangren meluas sehingga mengakibatkan meluasnya sumbatan pembuluh darah (Brunner & Suddarth, 2006). Solusi yang tepat untuk penyembuhan kaki diabetik adalah *ROM Ankle*.

Teori ini diperkuat oleh Bryant & Nix (2007), menyatakan bahwa penderita DM beresiko terjadi ulkus kaki oleh karena bendungan atau sumbatan yang diakibatkan oleh aliran stasis vena yang dikarakteristikan dengan munculnya edema. Jika sirkulasi darah lancar maka jaringan akan mendapatkan pasokan oksigen, bahan makanan atau antibiotik untuk penyembuhan luka. Menurut Hayens *et al* (2008) sirkulasi darah merupakan pemompaan darah oleh jantung sehingga dapat mengalirkan darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah.

Latihan ROM juga bermanfaat menurunkan tekanan kaki pada penderita DM akibat perubahan anatomi kaki. Giacomozzi *et al* (2008), menjelaskan penderita DM yang lama akan mengalami gangguan biomekanik dan gangguan tekanan daerah kaki yang diakibatkan oleh imobilisasi pada *Ankle*. Hasil riset oleh Goldsmith *et al* (2002) menyimpulkan bahwa latihan *ROM* yang benar akan menurunkan tekanan kaki penderita DM, latihan tersebut juga berdampak positif terhadap proses penyembuhan ulkus kaki diabetik atau dapat mengoptimalkan vaskularisasi periulkus. Agar latihan *ROM* ini dapat menunjukkan hasil yang maksimal, Wulandari *et al* (2011) menyatakan bahwa latihan *ROM Ankle* sebaiknya dilakukan minimal dilakukan sehari 3 kali, dan dilakukan 10 kali untuk tiap-tiap gerakan.

Dengan demikian penyembuhan luka dapat terjadi karena jaringan mendapat suplai nutrisi yang cukup. Pernyataan ini relevan dengan pendapat dari Wibisono (2009), yang menyatakan bahwa penderita ulkus kaki diabetik perlu melakukan *ROM* pada bagian *Ankle* untuk meningkatkan fungsi aliran darah pada kaki sehingga kebutuhan jaringan misalnya oksigen maupun nutrisi terpenuhi. Vaskularisasi darah yang baik akan meminimalkan terjadinya aterosklerosis yang

dapat beresiko terjadi Penyakit Arteri Perifer (PAP). Akibat PAP maka fungsi ekstremitas bawah akan terganggu seperti pada bagian *ankle* (Palmer & Williams, 2007).

Menurut Smeltzer & Bare (2010), latihan *ROM Ankle* yang dilakukan secara kontinyu dan serius akan bermanfaat terutama bagi penderita ulkus kaki diabetik, seperti menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki sirkulasi darah. Pada saat latihan *ROM Ankle* maka otot berkontraksi terus menerus dan mengaktifkan sistem pembuluh darah serta pompa vena sehingga sirkulasi darah akan mengalami peningkatan. Fungsi saraf dan pemompaan darah jantung menjadi lebih aktif sehingga mengaktifkan suplai oksigen dan nutrisi dengan baik (Ganong, 2008; Semendawai 2013). Latihan fisik *ROM Ankle* merupakan tatalaksana utama dalam pencegahan dan penyembuhan luka ulkus kaki diabetik (Sunaryo, 2014).

BAB V

RENCANA TAHAP BERIKUTNYA

5.1 Rencana Tahap Berikutnya

5.1.1 Jangka Pendek

Rencana jangka pendek dalam penelitian ini adalah dapat mempublikasikan penelitian pada publikasi ilmiah jurnal terakreditasi.

5.1.2 Jangka Panjang

Rencana jangka panjang dalam penelitian adalah:

1. Dapat dijadikan bahan untuk pengembangan penelitian yang lebih kompleks pada tahun tahun berikutnya
2. Hasil penelitian dapat diabdikan pada komunitas Diabetes Militus

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Terdapat pengaruh terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah ($p=0.000$, $p<0.05$).

6.2 Saran

Hasil penelitian ini memberikan masukan bagi profesi fisioterapi dalam penatalaksanaan pasien yang menderita ulkus kaki diabetic khususnya untuk mempercepat penyembuhan luka menggunakan terapi Latihan menggunakan Latihan Buerger-Allen dan latihan lingkup gerak sendi ankle dengan gerakan seperti membentuk alfabet.

DAFTAR PUSTAKA

- ADA (American Diabetes Association). (2014). *Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. Diabetes Care 2014 Jan; 37(Supplement 1): S81-S90.
- Brunner & Suddarth. (2006). *Keperawatan Medikal Bedah*. Vol 2. Jakarta: EGC
- Bryant, R. & Nix, D. (2007). *Acute and Chronic Wound Current Management Concep*. 3rd Edition. St.Louis: Mosby Elsevier
- Driver, V.,R., Fabbi, M., Lavery, L., A., & Gibbons, G. (2010). *The costs of diabetic foot: the economic case for the limb salvage team*. *J Am Podiatr Med Assoc*.;100(5): 335-341
- Giacomozzi, C., D' Ambrogi, E., Cesinaro, S., Macellari, V., & Uccioli., L. (2008). *Muscle performance and Ankle joint mobility in long term patients with diabetes*. *Journal Of BMC musculoskeletal disorders*, 99 (9) 321-330
- Ganong, W. F. (2008). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 22. Jakarta: EGC
- Goldsmith, J.R., Lidtke, R.H., & Shott, S. (2002). *The Effects Range Of Motion Therapy On The Plantar Pressures Of Patients With Diabetes Melitus*. *Journal of the american pdiatric medical association*, 92(9), 483-490
- Hayens R. B., Frans H. L., & Eddy S. (2008). *Buku Pintar Menaklukkan Hipertensi*. Jakarta: Ladang Pustaka & Intimedia
- Hokkam, EN. (2009). *Assesment of Risk Factors in Diabetic Foot Ulceration and Their Impact on the Outcome of the Disease*. *Primary Care Diabetes* 3 (2009) 219-224
- Huang, E.S., Basu, A., O'Grady, M., & Capreta, J.C. (2009). *Projecting the Future Diabetes Population Size and Related Costs for the U.S*.*Diabetes Care*, 32: 2225-229.
- Notoadmodjo, S. (2007). *Ilmu Perilaku dan promosi Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Palmer & Williams. (2007). *Tekanan Darah Tinggi*. Jakarta: Erlangga
- PERKENI (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia). (2015). *Konsensus pengelolaan dan pencegahan DM Tipe 2 di Indonesia*
- Semendawai, R.K. (2013). *Pengaruh Latihan Fisik Senam Kaki terhadap Efektifitas Fungsi Sensori di Daerah Telapak Kaki Pada Penderita Diabetes Militus di Puskesmas Kedung Mundu Kota Semarang Jawa Tengah*. Universitas Muhamadiyah Semarang
- Singh, N., Armstrong, D.G., & Lipsky, B.A. (2006). *Preventing foot ulcers in patients with diabetes*. *Jama*,293(2):217-228.

- Smeltzer & Bare. (2010). *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*,. Edisi 8 Brende G.Bare; Ahli Bahasa, Agung Waluyo dkk. Jakarta: EGC
- Sunaryo, T. (2014). *Pengaruh Senam Diabetik Terhadap Penurunan Resiko Ulkus Kaki Diabetik Pada Pasien Tipe 2 Di Perkumpulan Diabetic*. Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan, Vol 3 (1): 99-105
- Suyono, S (2007). *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. Jakarta: Penerbitan Departemen Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Taufiq, I. (2011). *Pengaruh Latihan range of Motion (ROM) Ankle terhadap Proses Penyembuhan Ulkus Kaki Diabetik di RSUD Dr.H. Abdul Moeloek dan RSUD Jendral A. Yani Propinsi Lampung*. Tesis. Program pascasarjana Ilmu Keperawatan FIK-UI Jakarta.
- Tesfaye, S. (2008). *Review The Risk Factors for Diabetic Foot Ulceration*. The Foot 13, 125-129.
- Tholib, A.M. (2016). *Buku pintar perawatan luka Diabetes Melitus*. Jakarta: Salemba Medika
- Widyawati, I.Y. (2010). *Pengaruh latihan Gerak Sendi Bawah Aktif (Active Lower Range of Motion Exercise) Terhadap Tanda Dan Gejala Neuropati Diabetikum Pada Penderita DM tipe II di PERSADIA unit RSU Dr. Sutomo Surabaya* (Tesis Magister).
- Waspadji, S. (2006). Kaki Diabetes. Dalam: *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. Jilid 3 Edisi IV. Jakarta: Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Wibisono. (2009). *Senam Khusus Untuk Penderita Diabetes*.
- Wulandari, I., Yetti, K., & Hayati, R.T. (2011). *Pengaruh Elevasi Ekstermitas Bawah Terhadap Proses Penyembuhan Ulkus Diabetik Di Wilayah Banten*. Repository. University of Riau.

LAMPIRAN

1. DRAF MANUSKRIP

Peran Terapi Latihan Dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Dan Meminimalkan Risiko Amputasi Pada Pasien Diabetes Militus Dengan Gangren Ekstremitas Bawah

^{1*}Ken Siwi, ²Atik Swandari, ³Niniek Soetini, ⁴Fatimah Azzahra Bahsin, ⁵Endang Titik Nurhidayati

^{1*}Program Studi S1 Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surabaya

Email : kensiwi@um-surabaya.ac.id

Tanggal Submisi ; Tanggal Penerimaan:

ABSTRAK

Diabetes adalah penyakit metabolik yang timbul pada seseorang karena peningkatan kadar glukosa darah, yang dapat disebabkan oleh gangguan insulin. Latihan dapat membantu meningkatkan penyembuhan luka karena oksigen dapat menjamin produksi energi dari ATP dan merangsang metabolisme sel dan angiogenesis, setelah itu oksigen dapat meningkatkan proliferasi fibroblas, sintesis kolagen, dan epitelisasi, sehingga dapat membuat luka mengecil dan luka berinfeksi dapat dicegah. **Tujuan:** Untuk mengetahui terapi latihan dapat mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimental dengan rancangan penelitian one group comparison pretest – posttest design, dengan melakukan latihan latihan Buerger-Allen sehari 3 kali sehari dan Latihan ROM dengan menggerakkan ankle kearah alfabet, diukur menggunakan lembar observasi. Analisis data penelitian menggunakan uji Mann Whitney. **Hasil:** Terdapat perbedaan bermakna karakteristik warna penyembuhan luka sesudah perlakuan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol yang artinya terdapat pengaruh Terapi latihan terhadap karakteristik penyembuhan luka ulkus kaki diabetik ($p=0.000$, $p<0.05$). **Simpulan:** Terdapat pengaruh terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah ($p=0.000$, $p<0.05$).

Kata kunci: Diabetes Melitus, Terapi Latihan, Penyembuhan Luka, Resiko Amputasi, Gangren

ABSTRACT

Diabetes is a metabolic disease that occurs in a person due to an increase in blood glucose levels, which can be caused by insulin disorders. Exercise can help improve wound healing because oxygen can guarantee the production of energy from ATP and stimulate cell metabolism and angiogenesis. After that, oxygen can increase fibroblast proliferation, collagen synthesis and epithelialization, so that the wound can shrink and wound infection can be prevented. **Objective:** The purpose of this study was to determine whether exercise therapy can accelerate wound healing and minimize the risk of amputation in patients with diabetes mellitus with lower extremity gangrene. **Methods:** This study used a quasi-experimental method with a one group comparative pretest – posttest design, by doing the Buerger-Allen exercises 3 times a day and ROM exercises by moving the ankles in the direction of the alphabet, measured using an observation sheet. Research data analysis using the Mann Whitney test. **Results:** Stated that there was a significant difference in the color characteristics of wound healing after treatment between the intervention

group and the control group, which means that there was an effect of exercise therapy on the healing characteristics of diabetic foot ulcers ($p=0.000$, $p<0.05$). **Conclusion:** There is an effect of exercise therapy in accelerating wound healing and minimizing the risk of amputation in patients with diabetes mellitus with lower extremity gangrene ($p=0.000$, $p<0.05$).

Keywords: *Diabetes mellitus, exercise therapy, wound healing risk of amputation, gangrene*

PENDAHULUAN

Diabetes adalah penyakit metabolik yang timbul pada seseorang karena peningkatan kadar glukosa darah, yang dapat disebabkan oleh gangguan insulin. Menurut Turan, Diabetes Mellitus berkembang di seluruh dunia dan sekarang mempengaruhi sekitar 5%-15% dari seluruh populasi di banyak negara maju dan berkembang. Sedangkan berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) terjadi peningkatan DM dari 6,9% pada 2013 menjadi 8,5% pada tahun 2018.

Komplikasi yang paling banyak dialami oleh penderita diabetes adalah Diabetic Foot Ulcer (DFU), karena daerah ini lebih rentan terhadap fenomena ini. Jika tidak ditangani, risiko terjadinya ulkus diabetikum dapat meningkat, yang dapat mengganggu fisik dan psikis mereka. Risiko luka akibat DFU dapat berujung pada amputasi (Mirtha,2018). Ulkus kaki diabetik terjadi pada diabetes tipe 1 dan tipe 2, tetapi ada jauh lebih banyak orang dengan penyakit tipe 2. Rata-rata usia penderita ulkus kaki diabetik adalah sekitar 60 tahun (Turan et al, 2015).

Beberapa faktor terlibat dalam perkembangan DFU tetapi dua penyebab utama yaitu patologi primer dan sekunder. Etiologi primer melibatkan neuropati perifer dan vaskulopati, sedangkan penyebab sekunder berhubungan dengan komplikasi hiperglikemia. Ulkus kaki diabetik dapat bersifat neuropatik total (35%), iskemik lengkap (15%) atau neuro iskemik campuran (50%). Cedera pada sel saraf yang berhubungan dengan kadar gula darah yang tidak terkontrol dengan baik menyebabkan neuropati motorik, sensorik dan otonom, yang menyebabkan perubahan anatomi kaki (seperti deformitas kaki cakar dan jari kaki palu), gangguan persepsi sensorik dan pembentukan retakan kulit. Disfungsi mikrovaskular dan penyakit makrovaskular (ather osclerotic) menyebabkan iskemia melalui gangguan suplai darah ke kaki. Ulkus biasanya terjadi di kaki karena trauma fisik, termal atau kimia (Turan et al, 2015).

Standar emas untuk pengobatan ulkus kaki diabetik meliputi debrimentasi luka, manajemen infeksi, revaskularisasi, dan off-loading ulkus.

Latihan juga membantu meningkatkan penyembuhan luka karena oksigen dapat menjamin produksi energi dari ATP dan merangsang metabolisme sel dan angiogenesis, setelah itu oksigen dapat meningkatkan proliferasi fibroblas, sintesis kolagen, dan epitelisasi, sehingga dapat membuat luka mengecil dan luka berfeksi dapat dicegah. Hal ini berkaitan dengan perubahan yang terjadi akibat latihan (aktivitas otot, peningkatan aliran darah ke area luka, dan penurunan hipoksia) (Mirtha,2018).

Dalam sebuah studi oleh Goldsmith et al. menyelidiki kemanjuran latihan rentang gerak pada pasien kaki diabetik, mereka meminta pasien untuk menggambar huruf alfabet dengan kaki mereka dan juga berlatih dorsofleksi pasif dan aktif dari pergelangan kaki dan sendi *metatarsophalangeal*, fleksi plantar, pronasi dan supinasi sendi subtalar aktif, peregangan otot gastrocnemius dan soleus (Turan et al,2015). Dari permasalahan di atas maka dilakukan penelitian dengan tujuan terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah.

METODE PENELITIAN

penelitian yang dilakukan bersifat *Quasi eksperiment* dengan rancangan penelitian *one group comparation pretest – posttest design*, dengan melakukan latihan latihan Buerger-Allen sehari 3 kali sehari dan Latihan ROM dengan menggerakkan ankle ke arah alfabet, diukur menggunakan lembar observasi. Analisis data penelitian menggunakan uji *Mann Whitney*.

Sample penelitian ini merupakan pasien diabetes militus di Klinik Mulyosari dengan gangrene ekstremitas bawah sebanyak 10 orang sampel. Terapi Latihan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Menggunakan latihan Buerger-Allen dapat meningkatkan suplai darah ke ekstremitas, berpotensi mengarah pada pembentukan struktur vaskular baru. Saat melakukan latihan ini pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 3 menit, mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi. Kemudian, ia harus duduk dan menjaga kedua kaki dalam posisi berikut selama masing-masing tiga menit: fleksi, ekstensi, pronasi, dan supinasi. Kaki harus berubah menjadi merah muda (terkait dengan peningkatan aliran darah) setelah berlatih gerakan ini; jika menjadi biru atau nyeri, pasien harus

mengangkat kakinya ke tempat yang lebih tinggi lagi dan beristirahat, sesuai kebutuhan. Di akhir latihan, pasien harus berbaring dalam posisi terlentang selama 5 menit, menjaga kaki tetap hangat dengan membungkusnya dengan selimut. Latihan lingkup gerak sendi dengan menggerakkan ankle kearah huruf-huruf alfabet dengan kaki mereka dan juga berlatih dorsofleksi pasif dan aktif dari pergelangan kaki dan sendi *metatarsophalangeal*, fleksi plantar, pronasi dan supinasi sendi

subtalar aktif, peregangan otot gastrocnemius dan soleus.

HASIL

Tabel 1. Karakteristik Sampel

Variabel	Rerata±SB	Rentang
Jenis Kelamin		
Laki-laki	4±2,75	
Perempuan	6±2,0	
Usia	50,0±2,75	50-61 Tahun

Data karakteristik responden pada kelompok intervensi dan kelompok kontrol didapatkan data mengenai jenis kelamin, umur, dan masa kerja.

Tabel 2. Karakteristik Luka Ulkus Kaki Sebelum dan Sesudah Terapi Latihan

No	Variabel	Pre		Post	
		n	%	n	%
1	Warna Luka				
	Merah	2	20%	8	80%
	Kuning	7	80%	2	20%
	Hitam	1	10%	0	0%
	Total	10	100%	10	100%

$p = 0.000, p < 0.05$

Data karakteristik warna luka ulkus kaki sebelum dilakukan *ROM Ankle* pada penderita luka ulkus kaki diabetik. Diperoleh hasil analisis *Mann Whitney* dalam tabel 3, yang menyatakan terdapat perbedaan bermakna karakteristik warna penyembuhan luka sesudah perlakuan antara kelompok

intervensi dan kelompok kontrol yang artinya terdapat pengaruh Terapi latihan terhadap karakteristik penyembuhan luka ulkus kaki diabetik ($p=0.000, p<0.05$)

PEMBAHASAN

Responden mengalami perubahan warna menjadi merah (80%), sedangkan pada kelompok kontrol karakteristik warna penyembuhan luka setelah perlakuan sebagian besar masih tetap

berwarna kuning (80%). Hasil analisis menyatakan terdapat perbedaan karakteristik luka sesudah perlakuan *ROM Ankle* antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Karakteristik luka berwarna merah diartikan penyembuhan luka baik. Latihan jasmani dapat mempengaruhi derajat luka ulkus kaki dilihat dari karakteristik warna dasar luka karena dapat mengoptimalkan vaskularisasi periulkus. Hal ini diperkuat dengan teori menurut Taufiq (2011) bahwa salah satu latihan jasmani dianjurkan pada penderita ulkus kaki adalah melakukan gerakan *ROM Ankle*. Karena tujuan dilaksanakan *ROM Ankle* untuk memperlancar peredaran darah dapat mencegah dan memperbaiki jaringan pada ulkus kaki diabetik untuk membantu proses penyembuhan luka melalui pengoptimalan vaskularisasi periulkus dapat dilihat dengan perubahan warna ulkus kaki diabetik.

Masalah utama pada ulkus kaki diabetik adalah kelainan pada sirkulasi darah. Kelainan pada sirkulasi darah akan menyebabkan resiko pembuluh darah tersumbat sehingga mengakibatkan aliran darah terganggu, kekurangan pada suplai oksigen, kebutuhan nutrisi yang terganggu sehingga berakibat proses penyembuhan luka terganggu. Proses pengobatan yang

tidak efektif akan beresiko terjadi luka ganggren. Luka ganggren pada ekstremitas bawah mempunyai komplikasi amputasi apabila luka ganggren meluas sehingga mengakibatkan meluasnya sumbatan pembuluh darah (Brunner & Suddarth, 2006). Solusi yang tepat untuk penyembuhan kaki diabetik adalah *ROM Ankle*.

Teori ini diperkuat oleh Bryant & Nix (2007), menyatakan bahwa penderita DM beresiko terjadi ulkus kaki oleh karena bendungan atau sumbatan yang diakibatkan oleh aliran stasis vena yang dikarakteristikan dengan munculnya edema. Jika sirkulasi darah lancar maka jaringan akan mendapatkan pasokan oksigen, bahan makanan atau antibiotik untuk penyembuhan luka. Menurut Hayens *et al* (2008) sirkulasi darah merupakan pemompaan darah oleh jantung sehingga dapat mengalirkan darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah.

Latihan ROM juga bermanfaat menurunkan tekanan kaki pada penderita DM akibat perubahan anatomi kaki. Giacomozzi *et al* (2008), menjelaskan penderita DM yang lama akan mengalami gangguan biomekanik dan gangguan tekanan daerah kaki yang diakibatkan oleh imobilisasi pada *Ankle*. Hasil riset oleh Goldsmith *et al* (2002)

menyimpulkan bahwa latihan ROM yang benar akan menurunkan tekanan kaki penderita DM, latihan tersebut juga berdampak positif terhadap proses penyembuhan ulkus kaki diabetik atau dapat mengoptimalkan vaskularisasi periulkus. Agar latihan ROM ini dapat menunjukkan hasil yang maksimal, Wulandari *et al* (2011) menyatakan bahwa latihan ROM Ankle sebaiknya dilakukan minimal dilakukan sehari 3 kali, dan dilakukan 10 kali untuk tiap-tiap gerakan.

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh terapi latihan dalam mempercepat penyembuhan luka dan meminimalkan risiko amputasi pada pasien diabetes militus dengan gangren ekstremitas bawah ($p=0.000$, $p<0.05$).

REFERENCES

- ADA (American Diabetes Association). (2014). *Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. Diabetes Care 2014 Jan; 37(Supplement 1): S81-S90.
- Brunner & Suddarth. (2006). *Keperawatan Medikal Bedah*. Vol 2. Jakarta: ECG
- Bryant, R. & Nix, D. (2007). *Acute and Chronic Wound Current Management Concep*. 3rd Edition. St.Louis: Mosby Elsevier
- Driver, V.,R., Fabbi, M., Lavery, L., A., & Gibbons, G. (2010). *The costs of diabetic foot: the economic case for the limb salvage team*. J Am Podiatr Med Assoc.;100(5): 335-341
- Giacomozzi, C., D' Ambrogi, E., Cesinaro, S., Macellari, V., & Uccioli., L. (2008). *Muscle performance and Ankle joint mobility in long term patients with diabetes*. Journal Of BMC musculoskeletal disorders, 99 (9) 321-330
- Ganong, W. F. (2008). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 22. Jakarta: EGC
- Goldsmith, J.R., Lidtke, RH., & Shott, S. (2002). *The Effects Range Of Motion Therapy On The Plantar Pressures Of Patients With Diabetes Melitus*. Journal of the american podiatric medical association, 92(9), 483-490
- Hayens R. B., Frans H. L., & Eddy S. (2008). *Buku Pintar Menaklukkan Hipertensi*. Jakarta: Ladang Pustaka & Intimedia
- Hokkam, EN. (2009). *Assesment of Risk Factors in Diabetic Foot Ulceration and Their Impact on the Outcome of the Disease*. Primary Care Diabetes 3 (2009) 219-224

- Huang, E.S., Basu, A., O'Grady, M., & Capreta, J.C. (2009). *Projecting the Future Diabetes Population Size and Related Costs for the U.S.* *Diabetes Care*, 32: 2225-229.
- Notoadmodjo, S. (2007). *Ilmu Perilaku dan promosi Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Palmer & Williams. (2007). *Tekanan Darah Tinggi*. Jakarta: Erlangga
- PERKENI (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia). (2015). *Konsensus pengelolaan dan pencegahan DM Tipe 2 di Indonesia*
- Semendawai, R.K. (2013). *Pengaruh Latihan Fisik Senam Kaki terhadap Efektifitas Fungsi Sensori di Daerah Telapak Kaki Pada Penderita Diabetes Militus di Puskesmas Kedung Mundu Kota Semarang Jawa Tengah*. Universitas Muhamadiyah Semarang
- Singh, N., Armstrong, D.G., & Lipsky, B.A. (2006). *Preventing foot ulcers in patients with diabetes*. *Jama*, 293(2):217-228.
- Smeltzer & Bare. (2010). *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*, Edisi 8 Brende G.Bare; Ahli Bahasa, Agung Waluyo dkk. Jakarta: EGC

2. RINCIAN PENDANAAN

NO	HONOR KEGIATAN	VOLUME	SATUAN	JUMLAH	TOTAL
1	Honorarium Asisten Penelitian 1	3	Bulan	Rp 500.000	Rp 1.500.000
2	Honorarium Asisten Penelitian 1	3	Bulan	Rp 500.000	Rp 1.500.000
Sub Total					Rp 3.000.000,00
NO	BELANJA BAHAN HABIS	VOLUME	SATUAN	JUMLAH	TOTAL
1	Kertas HVS	4	Rim	Rp 48.600	Rp 194.400
2	Tinta Printer Epson Black	3	Botol	Rp 235.500	Rp 706.500
3	Tinta Printer Epson Cyan, Magenta, Yellow	2	Botol	Rp 107.500	Rp 215.000
4	Data Kuota Internet	4	Orang	Rp 55.000	Rp 220.000
5	Bolpoin	4	Box	Rp 25.300	Rp 101.200
6	Bolpoin tebal	5	Buah	Rp 26.500	Rp 132.500
7	Map Coklat	5	Lusin	Rp 32.550	Rp 162.750
8	Map L Transparan	5	Lusin	Rp 27.500	Rp 137.500
9	Map Kancing tebal	5	Buah	Rp 12.300	Rp 61.500
10	Boxfile	5	Buah	Rp 18.900	Rp 94.500
11	Lem	5	Buah	Rp 48.000	Rp 240.000
12	Masker	4	Box	Rp 76.500	Rp 306.000
13	Hand Sanitizer	3	Paket	Rp 46.000	Rp 138.000
14	Face shield	5	Buah	Rp 7.500	Rp 37.500
15	Souvenir Responden	30	Buah	Rp 25.000	Rp 750.000
16	Penggandaan Kuisisioner	40	Eksemplar	Rp 31.000	Rp 1.240.000
17	Penggandaan Penjelasan penelitian	40	Eksemplar	Rp 18.000	Rp 720.000
18	X-Banner	2	Buah	Rp 80.000	Rp 160.000
19	Absensi Kegiatan Penelitian	3	Paket	Rp 15.000	Rp 45.000
20	Penggandaan Laporan	4	Eksemplar	Rp 175.000	Rp 700.000
Sub Total					Rp 6.362.350
NO	Lain-lain	VOLUME	SATUAN	JUMLAH	TOTAL
1	Perjalanan Belanja Alat dan Bahan	4	Kali	Rp 500.000	Rp 2.000.000
2	Perjalanan Melakukan Penelitian	10	Kali	Rp 150.000	Rp 1.500.000

3	Publikasi Jurnal	1	Kali	Rp 500.000	Rp	500.000
Sub Total					Rp	4.000.000
TOTAL PENGELUARAN					Rp	10.362.000



SURAT TUGAS

Nomor: 113/TGS/II.3.AU/LPPM/F/2022

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kes
Jabatan : Kepala LPPM
Unit Kerja : LPPM Universitas Muhammadiyah Surabaya

Dengan ini menugaskan:

No	Nama	NIDN/NIM	Jabatan
1	Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed	0001019502	Dosen Universitas Muhammadiyah Surabaya
2	Atik Swandari S.ST, M.Kes	0704038305	Dosen Universitas Muhammadiyah Surabaya
3	Niniek Soetini, S.Ft., M.Fis., Ftr	-	Fisioterapis Klinik Fisioterapi Mulyosari Surabaya
4	Fatimah Azzahra Bahsin	20201668021	Mahasiswa Sarjana Fisioterapi UMSurabaya
5	Endang Titik Nurhidayati	20211668006	Mahasiswa Sarjana Fisioterapi UMSurabaya

Untuk melaksanakan penelitian dengan judul "Peran Terapi Latihan Dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Dan Meminimalkan Risiko Amputasi Pada Pasien Diabetes Militus Dengan Gangren Ekstremitas Bawah". Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Sarjana Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan UMSurabaya pada tahun akademik 2022-2023.

Demikian surat tugas ini, harap menjadikan periksa dan dapat dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb

Surabaya, 22 Agustus 2022

LPPM UMSurabaya



Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kes
NIK. 012051198714113



**Surat Kontrak Penelitian Internal
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
Nomor: 113/SP/IL.3.AU/LPPM/F/2022**

Pada hari ini **Senin** tanggal **Dua Puluh Dua** bulan **Agustus** tahun **Dua Ribu Dua Puluh Dua**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kes : Kepala LPPM UMSurabaya yang bertindak atas nama Rektor UMSurabaya dalam surat perjanjian ini disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**;
2. Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed : Dosen UM Surabaya, yang selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

untuk bersepakat dalam pendanaan dan pelaksanaan program penelitian:

- Judul : Peran Terapi Latihan Dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Dan Meminimalkan Risiko Amputasi Pada Pasien Diabetes Militus Dengan Gangren Ekstremitas Bawah
- Anggota : Atik Swandari S.ST, M.Kes, Niniek Soetini,S.Ft.,M.Fis.,Ftr, Fatimah Azzahra Bahsin, Endang Titik Nurhidayati

dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. **PIHAK PERTAMA** menyetujui pendanaan dan memberikan tugas kepada **PIHAK KEDUA** untuk melaksanakan program penelitian perguruan tinggi tahun 2022.
2. **PIHAK KEDUA** menjamin keaslian penelitian yang diajukan dan tidak pernah mendapatkan pendanaan dari pihak lain sebelumnya.
3. **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab secara penuh pada seluruh tahapan pelaksanaan penelitian dan penggunaan dana hibah serta melaporkannya secara berkala kepada **PIHAK PERTAMA**.
4. **PIHAK KEDUA** berkewajiban memberikan laporan kegiatan penelitiandari awal sampai akhir pelaksanaan penelitian kepada LPPM selaku **PIHAK PERTAMA**.
5. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyelesaikan urusan pajak sesuai kebijakan yang berlaku.
6. **PIHAK PERTAMA** akan mengirimkan dana hibah penelitian internal sebesar Rp10.362.000 (Sepuluh Juta Tiga Ratus Enam Puluh Dua Ribu Rupiah) ke rekening ketua pelaksana penelitian.
7. Adapun dokumen yang wajib diberikan oleh **PIHAK KEDUA** sebagai laporan pertanggung jawaban adalah:
 - a. menyerahkan Laporan Hasil penelitian selambat-lambatnya satu minggu setelah kegiatan usai dilaksanakan
 - b. Memberikan naskah publikasi dan/atau luaran sesuai dengan ketentuan.
8. Jika dikemudian hari terjadi perselisihan yang bersumber dari perjanjian ini, maka **PIHAK PERTAMA** berhak mengambil sikap secara musyawarah.



Surat Kontrak Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermaterai cukup, dan ditanda tangani dengan nilai dan kekuatan yang sama.



Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kes
NIK. 012051198714113

Pihak Kedua

Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed
NIDN. 0001019502



Surat Kontrak Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermaterai cukup, dan ditanda tangani dengan nilai dan kekuatan yang sama.

Pihak Pertama



Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kes
NIK. 012051198714113

Pihak Kedua



Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed
NIDN. 0001019502



KUITANSI

Sudah terima dari : Bendahara LPPM
Uang sebesar : Sepuluh Juta Tiga Ratus Enam Puluh Dua Ribu Rupiah
Untuk pembayaran : Pelaksanaan penelitian dengan pendanaan Internal

Rp10.362.000

Surabaya, 22 Agustus 2022

Bendahara LPPM,
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Holy Ichda Wahyuni

Ketua Penelitian

Ken Siwi, S.Ftr., M.Biomed