

TESIS
**PENGARUH *MULTIMODAL EXERCISE* TERHADAP RISIKO
JATUH DAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL PADA LANSIA
YANG MENGALAMI *FRAILTY SYNDROME* DENGAN
DIABETES MELLITUS TIPE 2**

**EFFECT OF MULTIMODAL EXERCISE ON FALL RISK AND
FUNCTIONAL ABILITY IN THE ELDERLY EXPERIENCING
FRAILTY SYNDROME WITH TYPE 2
DIABETES MELLITUS**

**REZKI SYAMSURIYANA HALMU
P062201014**



**PROGRAM MAGISTER ILMU BIOMEDIK
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH *MULTIMODAL EXERCISE* TERHADAP RISIKO JATUH DAN
KEMAMPUAN FUNGSIONAL PADA LANSIA YANG MENGALAMI *FRAILTY*
SYNDROME DENGAN DIABETES MELLITUS TIPE 2**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu Biomedik

Disusun dan diajukan oleh

REZKI SYAMSURIYANA HALMU

P062201014

Kepada

PROGRAM MAGISTER ILMU BIOMEDIK

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**PENGARUH MULTIMODAL EXERCISE TERHADAP RISIKO JATUH DAN
KEMAMPUAN FUNGSIONAL PADA LANSIA YANG MENGALAMI *FRAILTY*
SYNDROME DENGAN DIABETES MELLITUS TIPE 2**

Disusun dan diajukan oleh

**REZKI SYAMSURIYANA HALMU
NIM. P062201014**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Biomedik
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin

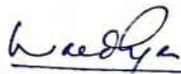
pada tanggal 06 Juli 2023

dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. dr. Andi Wardihan Sinrang.,MS
NIP.19671103 199802 1 001

dr. Andi Ariyandy.,Ph.D
NIP. 19840604 201012 1 007

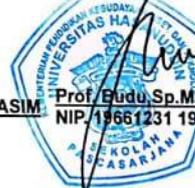
**Ketua Program Studi
Ilmu Biomedik**

**Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin**



dr. Rahmawati, Ph.D., Sp.PD-KHOM., FINASIM
NIP. 19680218 199903 2 002

Prof. Budu, Sp.M(K), Ph.D., M.Med.Ed
NIP. 19661231 199503 1 009



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rezki Syamsuriyana Halmu

NIM : P062201014

Program Studi: Ilmu Biomedik

Konsentrasi : Fisiologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Rezki Syamsuriyana Halmu

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamualaikum wr.wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Pengaruh *Multimodal Exercise* Terhadap Risiko Jatuh dan Kemampuan Fungsional pada Lansia yang Mengalami *Frailty Syndrome* dengan Diabetes Mellitus Tipe 2”**.

Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Magister Ilmu Biomedik Konsentrasi Fisiologi Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Penulis sangat menyadari bahwa tesis ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan koreksi dari semua pihak.

Pada kesempatan ini, rasa syukur dan terima kasih sebanyak-banyaknya serta penghargaan yang setinggi-tingginya ingin penulis sampaikan, terutama kepada kedua orang tua hebat yang sangat saya cintai yaitu **Bapak Syamsu Halik** dan **Ibunda Hidayana Muchtar**. Sosok orang tua yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, dan memberikan dukungan, serta tetap tegar dan kuat hingga saat ini dengan ridho lillahi ta’ala’ lahir dan batin mereka memberikan restu, sehingga penulis tidak pernah merasa patah semangat dan terus berjuang menyelesaikan tesis ini meskipun dalam waktu yang terbilang tidak cepat.

Tidak lupa pula, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas seluruh bimbingan, bantuan moral, motivasi, semangat dan berbagai koreksi kepada :

1. **Yth. Prof.Dr.Ir.Jamaluddin Jompa.,M.Sc** selaku Rektor Universitas Hasanuddin Makassar dan **Yth. Prof.dr.Budu.,Ph.D.,Sp.M(K),M.Med (Ed)** selaku Dekan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
2. **Prof.Dr.dr.Andi Wardihan Sinrang.,Ms** selaku ketua komisi penasihat yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan, serta dukungan pada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
3. **dr.Andi Ariyandy.,Ph.D** selaku anggota komisi penasihat yang bijaksana senantiasa memberikan arahan, bimbingan, dan selalu memotivasi serta memberi semangat penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

4. **Tim Penguji : Prof.Dr.Djohan Aras.,S.Ft.Physio.,M.Kes , Dr.dr.Irfan Idris.,M.Kes , Dr.Nukrawi Nawir.,M.Kes.,AIFO** selaku penguji yang telah memberi kesediaan waktu, masukan, serta arahan sejak masa penelitian, penyusunan hingga di seminar penelitian.
5. Kepada ketua pengurus Yayasan Batara Hati Mulia Gowa beserta seluruh pegawai dan adik adik magang ataupun yang menjalani masa profesi karena telah memberikan izin serta bantuannya semasa proses penelitian ini.
6. Teman-teman seperjuangan Prodi Ilmu Biomedik dari berbagai angkatan maupun yang berbeda jurusan, khususnya kepada teman-teman seangkatan Kak Rika, Ambar, Leha, Jannah, Amel, Kak Musda, Kak Fatimah, Kak Hasrimayana, Kak Irham dan Kak Zul, serta teman-teman dari berbagai angkatan seperti Zaifah, Kak Nining, Ulpa, Irwan, Kak tiwa, dan Kak Ela, yang telah bersedia saya reportkan, tulus memberikan bantuan, motivasi, dan semangat yang besar. Terima kasih atas segala kebaikan yang diberikan, semoga kelak kita bertemu kembali dengan kabar kesuksesan masing-masing.
7. Orang-orang baik seperti seluruh keluarga besar dan teman-teman diluar persekolahan pascasarjana, karena tidak pernah berhenti selalu memberikan dukungan yang sangat berarti kepada penulis.

Akhir kata, perkenankan penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kesalahan dan kekhilafan baik yang disengaja ataupun tidak disengaja selama dalam poses menjalani pendidikan hingga terselesaikannya tesis ini. Harapan penulis, semoga karya akhir ini dapat bermanfaat dan turut menjadi bahan pembelajaran untuk penelitian selanjutnya ataupun dalam masyarakat umum.

Wassalamualaikum wr.wb.

Makassar, Juli 2023

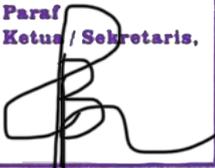
Rezki Syamsuriyana Halmu

ABSTRAK

REZKI SYAMSURIYANA HALMU. *Pengaruh Multimodal Exercise Terhadap Risiko Jatuh dan Kemampuan Fungsional pada Lansia yang Mengalami Frailty Syndrome dengan Diabetes Mellitus Tipe 2* (Dibimbing oleh **Andi Wardihan Sinrang** dan **Andi Ariyandy**)

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh *multimodal exercise* terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2. Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperimental* dengan *two groups pretest-posttest design*. Subjek penelitian merupakan kelompok lansia pada Yayasan Batara Hati Mulia Gowa yang tidak menjalani perawatan khusus (dalam keadaan *bed rest*). Sampel sebanyak 50 orang dibagi menjadi dua kelompok yaitu 25 kelompok intervensi dengan pemberian *multimodal exercise* dilakukan sebanyak 3 kali dalam seminggu selama 8 minggu dan 25 untuk kelompok kontrol dengan pemberian senam lansia dilakukan sebanyak 1 kali dalam seminggu selama 8 minggu. Pengukuran tingkat risiko jatuh dengan *Timed Up and Go Test* (TUGT) dan kemampuan fungsional dengan *Short Physical Performance Battery* (SPPB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok intervensi memiliki selisih penurunan nilai TUGT yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ($p=0,001$) dan juga peningkatan nilai SPPB yang lebih tinggi diperoleh pada kelompok intervensi dibandingkan pada kelompok kontrol ($p<0,001$). Disimpulkan bahwa terdapat pengaruh *multimodal exercise* yang sangat bermakna terhadap perubahan tingkat risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.

Kata kunci: *frailty syndrome, diabetes mellitus tipe 2, multimodal exercise, TUGT, SPPB.*

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa. Tanggal : _____	Paraf Ketua / Sekretaris, 

ABSTRACT

REZKI SYAMSURIYANA HALMU. *The Effect of Multimodal Exercise on Fall Risk and Functional Ability in the Elderly Experiencing Frailty Syndrome with Type 2 Diabetes Mellitus* (supervised by **Andi Wardihan Sinrang** dan **Andi Ariyandy**).

This study aimed to evaluate the effect of multimodal exercise on the risk of falls and functional abilities in the elderly who experience frailty syndrome with type 2 diabetes mellitus. This study used a quasi-experimental method with two groups pretest-posttest design. The subjects were a group of elderly people at Yayasan Batara Hati Mulia Gowa who were not undergoing special care (in a state of bed rest). The sample of 50 elderly people was divided into two groups, namely 25 for the intervention groups with multimodal exercise given 3 times a week for 8 weeks and 25 for the control group with elderly gymnastics given 1 time a week for 8 weeks. The measurement for fall risk level was by Timed Up and Go Test (TUGT) and for functional ability by Short Physical Performance Battery (SPPB). The results showed that the intervention group had a higher reduction in TUGT values than the control group ($p=0,001$) and a higher increase in SPPB scores obtained in the intervention group than in the control group ($p<0,001$). It is concluded that there was a significant effect of multimodal exercise on changes in the level of risk of falls and functional abilities in the elderly who experience frailty syndrome with type 2 diabetes mellitus.

Keywords: *frailty syndrome, type 2 diabetes mellitus, multimodal exercise, TUGT, SPPB.*

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Keanggotaan GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS
Tanggal : _____	Abstrak ini telah diperiksa. Paraf Ketua / Sekretaris. Tanggal : _____

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL -----	i
LEMBAR PENGAJUAN TESIS -----	ii
HALAMAN PENGESAHAN -----	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS -----	iv
PRAKATA -----	v
ABSTRAK -----	vii
ABSTRACT -----	viii
DAFTAR ISI -----	ix
DAFTAR TABEL -----	x
DAFTAR GAMBAR -----	xi
DAFTAR SINGKATAN -----	xii
BAB I PENDAHULUAN -----	1
1.1 Latar Belakang-----	1
1.2 Rumusan Masalah -----	4
1.3 Tujuan Penelitian -----	4
1.3.1 Tujuan Umum-----	4
1.3.2 Tujuan Khusus-----	4
1.4 Manfaat Penelitian-----	5
1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu -----	5
1.4.2 Manfaat Praktis -----	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA -----	6
2.1 Tinjauan Umum Tentang Lansia -----	6
2.2 Tinjauan Umum Tentang <i>Frailty Syndrome</i> -----	10
2.3 Tinjauan Umum Tentang Diabetes Mellitus tipe 2 -----	12
2.4 Tinjauan Umum Tentang Risiko Jatuh -----	16
2.5 Tinjauan Umum Tentang Kemampuan Fungsional -----	17
2.6 Tinjauan Umum Tentang <i>Multimodal Exercise</i> -----	18
2.7 Tinjauan Hubungan <i>Multimodal Exercise</i> Terhadap Risiko Jatuh dan Kemampuan Fungsional pada Lansia yang Mengalami <i>Frailty Syndrome</i> dengan DMT2-----	21
2.8 Kerangka Teori -----	25
2.9 Kerangka Konsep-----	26
2.10 Hipotesis Penelitian -----	26
2.11 Defenisi Oprasional dan Kriteria Objektif -----	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN -----	28
3.1 Rancangan Penelitian -----	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian -----	28
3.2.1 Lokasi Penelitian-----	28
3.2.2 Waktu Penelitian-----	28
3.3 Populasi Dan Teknik Sampel -----	29
3.3.1 Populasi Penelitian -----	29
3.3.2 Sampel Penelitian -----	29
3.3.2.1 Kriteria Inklusi -----	29
3.3.2.2 Kriteria Eksklusi -----	29
3.3.3 Besar Sampel-----	29
3.4 Variabel Peneltian -----	30

3.5 Pengumpulan Data dan Analisis Data -----	31
3.5.1 Instrumen Penelitian -----	31
3.5.2 Prosedur Kerja -----	31
3.5.2.1 Tahap Persiapan -----	31
3.5.2.2 Tahap Pelaksanaan -----	31
3.6 Analisis Data -----	32
3.7 Izin Penelitian dan Kelayakan Etik -----	32
3.8 Alur Penelitian -----	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN -----	34
4.1 Hasil Penelitian -----	34
4.2 Pembahasan -----	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN -----	51
5.1 Kesimpulan -----	51
5.2 Saran -----	51
DAFTAR PUSTAKA -----	52
LAMPIRAN-LAMPIRAN -----	60

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Kriteria <i>Clinical Frailty Syndrome</i> -----	11
Tabel 4.1 Karakteristik Sampel Penelitian -----	35
Tabel 4.2 Uji Pengaruh Sebelum dan Sesudah Pemberian Latihan pada Kelompok Intervensi -----	36
Tabel 4.3 Uji Pengaruh Sebelum dan Sesudah Pemberian Latihan pada Kelompok Kontrol-----	37
Tabel 4.4 Uji Pengaruh Sebelum dan Sesudah Pemberian Latihan pada Terhadap Nilai TUGT dan SPPB pada Kelompok Intervensi berdasarkan Karakteristik Sampel-----	37
Tabel 4.5 Uji Pengaruh Sebelum dan Sesudah Pemberian Latihan pada Terhadap Nilai TUGT dan SPPB pada Kelompok Kontrol berdasarkan Karakteristik Sampel -----	39
Tabel 4.6 Uji Perbandingan Pengaruh Pemberian Latihan antara Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol -----	40

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Rumus Zona Latihan -----	9
Gambar 2.2 Skema <i>Timed Up and Go Test</i> -----	17
Gambar 2.8 Kerangka Teori -----	25
Gambar 2.9 Kerangka Konsep-----	26
Gambar 3.1 Desain Penelitian-----	28
Gambar 3.8 Alur Penelitian -----	33

DAFTAR ARTI LAMBANG SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Keterangan/Arti
%	Satuan Persentase
α	Lambang Alpha
>	Lambang Lebih dari
<	Lambang Kurang dari
±	Lambang Kurang Lebih
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
AGE	<i>Advanced Glycation End-product</i>
AGES	<i>Advanced Glycosilation End Products</i>
ADL	<i>Activity of Daily Living</i>
ATP	<i>Adenosina Trifosfat</i>
DM	Diabetes Mellitus
DMT2	Diabetes Melitus Type 2
GDP	Glukosa Darah Puasa
GDS	Glukosa Darah Sewaktu
GH	<i>Growth Hormone</i>
GLUT	<i>Glukose Transporter</i>
GLUT-4	<i>Glucose Transporter-4</i>
HBA1c	Hemaglobin A1c
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IGF-1	<i>Insulin Like Growth Factor-1</i>
IL-6	<i>Interlekuin-6</i>
IRS	<i>Insulin Receptor Substrate</i>
KEPK	Komisi Etik Penelitian Kesehatan
ROS	<i>Reactive Oxygen Species</i>
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
TUGT	<i>Timed Up and Go Test</i>
TNF α	<i>Tumor Necrosis Factor-α</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Lanjut usia atau lansia adalah istilah tahap akhir dari proses penuaan yang merupakan suatu siklus kehidupan yang tidak dapat dihindari dan akan dialami oleh setiap individu (Thomas et al., 2019). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik memprediksi jumlah lansia di Indonesia pada tahun 2025 mencapai 33,69 juta dan tahun 2035 akan mencapai 48,19 juta jiwa. Sekitar 24,49 juta orang didominasi oleh kategori lansia muda (kelompok umur 60-69 tahun) dengan persentase 63,39%, sedangkan sisanya pada lansia madya (kelompok umur 70-79 tahun) sebesar 27,92%, dan terakhir di lansia tua (kelompok umur >80 tahun) dengan persentase 8,69% (Statistik, 2018).

Proses penuaan erat kaitannya dengan penurunan fungsi organ tubuh secara menyeluruh yang berjalan progresif seiring dengan bertambahnya usia (Aryana et al., 2018). Penurunan kapasitas fisiologis berupa gejala atau tanda klinis dan penyakit, yang bila terus berlanjut akan menyebabkan kecacatan, disabilitas, ketergantungan, hingga kematian. Sebelum sampai ketahap disabilitas, sering kali lansia mengalami suatu sindrom yang dikenal dengan istilah *frailty syndrome* (sindroma kelemahan), yaitu sindrom geriatri yang didefinisikan sebagai keadaan klinis dimana terjadi peningkatan kerentanan akibat suatu proses penuaan dan kemunduran pada sistem fisiologis, yang menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan fungsional sehari-hari (Rodriguez-mañas et al., 2019).

Menurut *The Cardiovascular Health Study*, *frailty syndrome* mencapai 7% pada lansia 65 tahun ke atas dan sekitar 30% pada lansia yang diatas 80 tahun (Seto et al., 2015). Dalam sebuah tinjauan sistematis dari 31 penelitian pada orang dengan usia >65 tahun menunjukkan kejadian *frailty syndrome* sekitar 4%-17%, sedangkan penelitian yang dilakukan pada 270 lansia di RSUP Dr. Cipto Mangunkusumo Jakarta-Indonesia tercatat sekitar 27,4%. Selain itu, didapatkan juga bahwa jenis kelamin wanita dua kali lebih mungkin mengalami sindrom

tersebut dan prevalensinya meningkat secara signifikan pada lansia yang lebih dari usia 80 tahun (Widajanti et al., 2020).

Frailty syndrome sering dihubungkan dengan munculnya kondisi patologis pada lansia akibat dari penurunan fungsi organ, salah satunya termasuk fungsi otot skeletal yang dikenal dengan istilah sarkopenia. Sarkopenia dimulai saat usia 40-50 tahun dan terus meningkat sekitar 0,6% setiap tahun berikutnya (Riviati et al., 2017). Sarkopenia berperan pada pathogenesis dan etiologi dari *frailty syndrome* dan erat kaitannya dengan penyakit kronis lainnya seperti Diabetes mellitus type 2 (Lima Filho et al., 2020). Penjelasan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Trisnawati pada tahun 2013 yang menyatakan bahwa variabel usia yang >50 tahun dapat berisiko mengidap penyakit diabetes mellitus, terutama jenis DM tipe 2 (Prasetyo & Wahyuni, 2021).

Lebih dari setengah dari semua prevalensi penderita DM baik itu jenis diabetes mellitus tipe 1 maupun tipe 2 mengalami komplikasi termasuk penyakit kardiovaskular, retinopati, gagal ginjal, dan penyakit pembuluh darah perifer (du Plessis et al., 2022). Terjadinya komplikasi baik itu mikrovaskular ataupun makrovaskular akan meningkat secara signifikan setelah lebih dari 5 tahun lama durasi penyakit (Yoon & Kim, 2019). Hal ini disebabkan karena seiring bertambahnya usia maka efektivitas insulin akan semakin berkurang dan kemampuan tubuh untuk mengolah glukosa semakin menurun (Prasetyo & Wahyuni, 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lansia penderita diabetes lebih cenderung mengalami *frailty syndrome* dibandingkan pada lansia non-diabetes (Jang, 2016a). Data dari studi kohort *German ESTHER* dan studi prospektif *Whitehall II* menunjukkan bahwa prevalensi *frailty* pada lansia yang lebih dari 65 tahun adalah 3 sampai 5 kali lipat lebih tinggi pada penderita DM dibandingkan dengan populasi umum (Yoon & Kim, 2019), serta studi longitudinal *Beijing of Aging II* menyatakan bahwa prevalensi tertinggi *frailty* yaitu ada diantara penderita DM sekitar 19,3%, dibandingkan dengan pra-diabetes 11,4% dan non-diabetes 11,9% (Chhetri et al., 2017).

Patofisiologi dari DM berhubungan dengan *frailty syndrome*. Dimana resistensi insulin pada DM tipe 2 yang ditandai dengan penurunan respon organ target terhadap insulin terutama pada otot rangka dapat berdampak terjadi difungsi ekstremitas bawah, dan selanjutnya memperburuk peningkatan

metabolit asam lemak intramioseluler yang disebabkan karena berkurangnya aktivitas mitokondria disertai dengan penurunan fungsi otot (Krentz et al., 2013). Selain itu, penyakit DM yang diderita dalam jangka waktu yang panjang dapat meningkatkan hilangnya massa dan fungsi otot rangka, sehingga menyebabkan risiko jatuh, berkurangnya kemampuan fungsional seperti mobilitas menurun, perubahan kecepatan berjalan dan pola *Activity of Daily Living* (ADL) yang buruk (Muszalik et al., 2022).

Berdasarkan dari tingginya prevalensi *frailty*, yang mana sindrom ini merupakan prediktor untuk rawat inap, disabilitas, menurunnya mobilitas, risiko jatuh, dan bahkan kematian. Setiap individu pasti menuju usia tua dan berpeluang mengalami gejala *frailty*, maka hal terbaik yang dilakukan dengan menerapkan langkah pencegahan untuk memperlambat munculnya dan progresivitas dari *frailty syndrome* yang sudah terjadi serta dampaknya. Langkah-langkah terapeutik dan strategi intervensi yang dapat diberikan yaitu obat-obatan, nutrisi, dan latihan fisik (Sanz-Cánovas et al., 2022). Melakukan latihan fisik atau *physical exercise* merupakan penanganan non-farmakologis yang efektif terhadap lansia (Jang, 2016). Salah satu *exercise* yang masih jarang diteliti yaitu program latihan multikomponen atau dikenal dengan istilah *multimodal exercise* (Liu et al., 2017).

Program *multimodal exercise* merupakan latihan dengan cara mengkombinasikan 2 atau lebih jenis latihan, umumnya terdiri dari latihan aerobik dan latihan unaerobik (Thomas et al., 2019), berfokus pada kekuatan otot, keseimbangan dan *endurance* yang terbukti mampu meningkatkan kapasitas fisik (Liu et al., 2017). Komponen latihan yang paling penting yaitu latihan keseimbangan dan kekuatan diikuti dengan latihan fleksibilitas dan latihan ketahanan (Patil et al., 2015). Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Liu dkk., (2017) menemukan 15 artikel relevan mengenai *multimodal exercise*, dimana *multimodal exercise* efektif dalam meningkatkan kekuatan otot ekstremitas bawah, keseimbangan dinamis, kecepatan berjalan dan efektif dalam mengurangi risiko jatuh pada lansia (Liu et al., 2017).

Berdasarkan data lansia di Posbindu Batara Hati Mulia pada tahun 2020 didapatkan bahwa sekitar lebih dari 50% tingkat aktivitas fisik lansia masih dalam kategori sedang ke rendah dan 34% lansia masih memiliki tingkat kepercayaan diri yang rendah dalam melakukan aktivitas fisik. Setelah dilakukan observasi dan

wawancara ditemukan 12 dari 15 lansia mengaku mengalami kejadian jatuh setidaknya sekali dalam seminggu, sehingga mengakibatkan lansia mengurangi aktivitas di luar dan lebih banyak berdiam diri di dalam rumah. Berdasarkan dari uraian diatas maka peneliti tertarik untuk membuktikan apakah terdapat pengaruh pemberian *multimodal exercise* terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang tersebut, maka diajukan rumusan masalah penelitian yaitu:

1. Apakah *multimodal exercise* dapat menurunkan tingkat risiko jatuh pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2 ?
2. Apakah *multimodal exercise* dapat meningkatkan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2 ?
3. Apakah program *multimodal exercise* efektif terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2 ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Diketahui adanya pengaruh *multimodal exercise* terhadap perubahan risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Diketahui adanya pengaruh *multimodal exercise* terhadap perubahan tingkat risiko jatuh pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.
2. Diketahui adanya pengaruh *multimodal exercise* terhadap perubahan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.
3. Diketahui adanya efektivitas *multimodal exercise* terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu

Penelitian ini memberikan kontribusi keilmuan dalam mengungkapkan pengaruh *multimodal exercise* terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2. Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan kajian untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

Diharapkan dapat memberikan informasi bagi tenaga kesehatan di Rumah Sakit atau di lahan praktek tentang pengaruh *multimodal exercise* terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tentang Lansia

Lanjut usia atau lansia merupakan istilah tahap akhir dari proses penuaan (Lee et al., 2018). Menurut *World Health Organisation* (WHO) lansia adalah seseorang yang memasuki usia 60 tahun ke atas, selain itu berisiko mengalami perubahan-perubahan pada masalah kesehatan, salah satunya yaitu risiko penurunan fungsi tubuh (Marlita et al., 2018). Klasifikasi lansia terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu 65-74 tahun (*youngest old*), 75-84 tahun (*middle old*), dan >85 (*oldest old*) (Lee et al., 2018).

Bertambahnya usia atau terjadinya proses penuaan bukan suatu penyakit, melainkan merupakan tahap lanjut dari proses kehidupan ditandai dengan penurunan kemampuan tubuh untuk beradaptasi dengan lingkungan dan adanya perubahan (Thomas et al., 2019). Penuaan merupakan perubahan kumulatif pada makhluk hidup termasuk tubuh, jaringan, dan sel yang mengalami kapasitas fungsional (Kholifah, 2016). Salah satu perubahan yang akan dibahas yaitu perubahan dari secara fisiologis yang terjadi sebagai akibat dari proses menua, yang terdiri sebagai berikut :

1. Perubahan Sistem Indra

a. Sistem penglihatan

Lansia sangat berpotensi dengan penurunan akomodasi (presbiopia). Mata mengalami kaku dan kehilangan elastisitas, penurunan kemampuan penglihatan dari jarak jauh atau dekat serta ketajaman penglihatan (Amarya et al., 2018).

b. Sistem pendengaran

Proses penuaan menyebabkan gangguan pendengaran konduktif dan sensorik atau istilah presbiakusis. Prebiakusis disebabkan karena hilangnya kemampuan pendengaran pada telinga dalam utamanya terhadap bunyi suara atau nada-nada yang tinggi, suara yang tidak jelas dan sulit untuk mengerti kata-kata. Secara umum 50% terjadi ketika memaski usia di atas 60 tahun (Amarya et al., 2018).

c. Sistem integument

Pada tahap ini biasanya kulit lansia akan kehilangan elastisitas, kering, dan berkerut (Kholifah, 2016). Hal ini terjadi karena berkurangnya cairan pada kulit sehingga menyebabkan jaringan kulit menipis dan menimbulkan bercak (pigmentasi), serta karena faktor dari lingkungan contohnya paparan sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet yang berdampak buruk terhadap kulit (Amarya et al., 2018).

d. Sentuhan

Seiring dengan bertambahnya usia, maka sensasi terhadap sentuhan akan menurun. Penelitian telah menunjukkan bahwa spindle otot dan mekanoreseptor mengalami penurunan seiring dengan terjadinya proses penuaan. Rasa sentuhan mencakup kesadaran akan getaran dan rasa sakit (Amarya et al., 2018).

2. Perubahan Sistem Muskuloskeletal

a. Jaringan penghubung (kolagen dan elastin)

Kolagen merupakan pendukung utama antar tendon, tulang, kartilago, kulit, dan jaringan pengikat. Berkurang atau berlebihannya cairan kolagen dapat menyebabkan turunnya fleksibilitas lansia dan mengakibatkan rasa nyeri, menurunnya tingkat kekuatan otot, dan keterbatasan luas gerak sendi sehingga aktivitas sehari-hari akan terhambat (Awada et al., 2019).

b. Kartilago

Proses penuaan dapat menyebabkan kemampuan kartilago untuk regenerasi akan berkurang, kartilago yang terdapat pada persendian akan rentan terhadap gesekan karena mengalami granulasi yang akhirnya menyebabkan permukaan sendi menjadi rata. Perubahan tersebut terjadi pada sendi besar yang menumpu berat badan sehingga bila terjadi penurunan fungsi dari kartilago akan mengakibatkan sendi mengalami nyeri, kekakuan, peradangan, dan keterbatasan aktivitas sehari-hari (Meng et al., 2019).

c. Tulang

Penuaan juga berpengaruh terhadap penurunan kepadatan tulang, yang bila berkurang maka mengakibatkan nyeri, deformitas, dan

bahkan *fraktur* atau dikenal dengan istilah *osteoporosis* (Daly et al., 2019).

d. Otot

Struktur otot karena proses penuaan bervariasi mengalami perubahan. Dampak perubahan morfologis pada otot seperti adanya penurunan fleksibilitas, kelemahan otot, dan penurunan kemampuan fungsional otot (Collins et al., 2019).

e. Sendi

Seiring bertambahnya usia mengakibatkan jaringan ikat sekitar sendi seperti ligament, fasia, dan tendon mengalami penurunan daya lentur sehingga terjadi berkurangnya elastisitas sendi. Efek dari penurunan tersebut menyebabkan rasa nyeri, kekakuan sendi, gangguan berjalan, dan gangguan aktivitas lainnya (Collins et al., 2019).

3. Perubahan Sistem Saraf

Seiring bertambahnya usia maka susunan saraf mengalami perubahan yaitu atrofi yang progresif pada serabut saraf (Dipietro et al., 2019). Lansia mengalami penurunan koordinasi keseimbangan yang berdampak pada kelemahan otot, refleks yang melambat, dan perubahan postur. Susunan saraf pusat lansia mengalami perubahan baik secara morfologis maupun biokimia mengakibatkan penurunan pada sistem kognitif, yang mengganggu aktivitas sehari-hari (da Silveira Langoni et al., 2019).

4. Perubahan Sistem Kardiovaskuler

Perubahan yang terjadi pada kardiovaskuler lansia yaitu hilangnya elastisitas pada fungsi jantung, hal ini menyebabkan terjadinya penebalan pada katup jantung sehingga kemampuan jantung menurun. Pada saat bertambahnya usia oksigen yang dihasilkan akan berkurang sehingga kapasitas paru juga akan menurun (Banerjee & Radak, 2019).

5. Perubahan Sistem Respirasi

Pada saat terjadi penuaan, oksigen yang dikirim menuju paru-paru akan berkurang karena terjadi perubahan jaringan ikat paru yang menimbulkan gerakan pernapasan terganggu, selain itu terdapat pada kapasitas total paru dan kemampuan toraks untuk melakukan peregangan juga berkurang (Troeger et al., 2018).

6. Perubahan Sistem Pencernaan dan Metabolisme

Pada saat bertambahnya usia maka sensitifitas indra pengecap atau perasa akan menurun, utamanya dari saraf pengecap di lidah seperti rasa asin, asam, dan pahit susah untuk diketahui. Selain itu, menurunnya sensitifitas terhadap rasa lapar dan waktu pengosongan mengakibatkan fungsi penyerapan melemah dan terganggu (Masih et al., 2019).

7. Perubahan Sistem Perkemihan

Pada sistem perkemihan seiring terjadinya proses penuaan maka terjadi perubahan yang signifikan. Banyak fungsi ginjal yang mengalami kemunduran seperti laju filtrasi, ekskresi, dan reabsorpsi oleh ginjal (Kholifah, 2016). Dimana, lansia berisiko akan kehilangan kemampuan untuk mensekresi dan meningkatnya kejadian inkontinensia urin yang ditandai dengan pola berkemih yang abnormal yaitu sering berkemih pada malam hari (Joo et al., 2020).

Adanya perubahan kapasitas fungsional pada lansia dapat menghambat tugas serta kerja dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai kendala fisik akan banyak dialami apabila tidak didukung oleh kualitas fisik yang baik, oleh karena itu sangat penting bagi lansia untuk melakukan berbagai upaya, salah satunya dengan latihan fisik secara teratur (Sanz-Cánovas et al., 2022). Namun, sebelum melaksanakan program latihan, maka dianjurkan untuk mengukur atau menilai tingkat zona latihan pada lansia. Zona latihan dapat memberikan tingkat batasan latihan yang akan di berikan pada lansia, hal ini bertujuan agar pemberian program latihan fisik pada lansia tidak melebihi ambang batas kemampuan (Aras, 2017), dengan rumus perhitungan:

$$\begin{aligned} DL &= DI + (30 - 40\%) (DM - USIA - DI) \\ &= DI + (30 - 40\%) (220 - USIA - DI) \end{aligned}$$

Gambar 2.1 Rumus Zona Latihan (Aras, 2017)

Keterangan :

DL : Denyut nadi latihan

DI : Denyut nadi istirahat

DM : Denyut nadi maksimal

30% : Batas bawah / minimal

40% : Batas atas / optimal

2.2 Tinjauan Umum Tentang *Frailty Syndrome*

Frailty merupakan sebuah sindrom yang disebabkan karena penuaan disfungsi dan dianggap sebagai keadaan transisi antara otonomi dan ketergantungan penuh (Rodriguez-mañas et al., 2019). *Frailty* digambarkan sebagai kondisi kerentanan untuk mengalami kegagalan perbaikan homeostatis setelah mengalami stress (*insult*) tertentu. Adanya stress ringan maupun berat dapat menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap kondisi kesehatan atau status fungsional penderita, antara lain dari yang independen menjadi dependen, mobilitas aktif menjadi imobilitas, postur stabil menjadi instabil postural sehingga rentan untuk jatuh, dan atau bahkan dari kondisi sadar menjadi delirium (Uyainah et al., 2015).

Penurunan fungsi pada lansia yang dialami kemungkinan dipengaruhi oleh faktor inflamasi kronis dan *intermediary system* baik secara langsung maupun tidak. Dimana ditemukan peningkatan molekul dari *interleukin-6* (IL-6), *C-reactive protein*, *tumor necrosis factor- α* , dan neopterin yang berpengaruh terhadap inflamasi kronis dan aktivasi sistem imun (Rizka et al., 2018). Peningkatan mediator inflamasi didalam tubuh dapat berdampak pada kadar hemoglobin yang dapat memicu anemia, kadar *insulin-like growth factor* (IGF-1), albumin, mikronutrien, dan vitamin (Jang, 2016). Disregulasi multisistem yang akibatkan oleh respon molekul inflamasi tersebut menimbulkan berbagai gejala pada sistem muskuloskeletal, kardiovaskular, dan endokrin serta menyebabkan terjadinya disregulasi nutrisi (Uyainah et al., 2015).

Adanya masalah pada sistem neurologis, endokrin, dan imunitas dapat merusak keseimbangan fisiologis otot. Sarkopenia menjadi salah satu penyebab utama terjadinya *frailty* yang paling umum pada sistem muskuloskeletal, ditandai dengan penurunan massa otot dan kekuatan otot (Lima Filho et al., 2020). Dalam kondisi normal, homeostatis otot skeletal melibatkan berbagai proses pembentukan sel-sel otot, hipertrofi, serta pemecahan protein dimana berbagai sitokin inflamatorik ikut berperan seperti IL-6 dan TNF α dengan tujuan untuk menghasilkan sumber energi dan menetralkan peptide antigen (Uyainah et al., 2015).

Perubahan endokrin yang terjadi pada lansia juga dapat mempercepat terjadinya penurunan massa otot dan kekuatan otot. Hal ini dipengaruhi oleh *sex hormone* dan *growth hormone*. Lansia dengan tingkat kerapuhan yang lebih

buruk, memiliki level *sex hormone dehydroepiandrosteron sulfate* dan *insulin like growth factor-1* (IGF-1) yang lebih rendah dibandingkan lansia dengan tingkat klasifikasi *frailty* yang lebih baik atau normal (Pytel et al., 2022). Berkurangnya level IGF-1 erat kaitannya dengan berkurangnya kekuatan dan penurunan mobilitas, penurunan fungsi *sex hormone* lebih banyak didapatkan pada jenis kelamin wanita dikarenakan wanita memiliki masa *menopause* dan memiliki massa otot tubuh yang lebih kecil, sehingga terlihat lebih rentan mengalami *frailty syndrome* secara mendadak dibandingkan laki-laki (Seto et al., 2015). Kondisi lain yang ditemukan pada lansia dengan *frailty syndrome* yaitu tingginya kadar kortisol dan penurunan vitamin D didalam tubuh, kondisi ini mengakibatkan adanya disregulasi GH-IGF-1 *somatotropic axis*, *hypothalamic pituitary adrenal axis*, dan gangguan hormone lainnya (Jang, 2016).

Terdapat 5 komponen karakteristik lansia yang di indikasi mengalami *frailty* dengan kriteria fenotip yaitu kelemahan yang ditandai dengan kekuatan genggam, kecepatan berjalan yang lambat, aktivitas fisik rendah, kelelahan yang dilaporkan penderita dan penurunan berat badan secara tiba-tiba dan tidak disadari. Apabila memiliki 3 dari 5 komponen tersebut maka dapat dinyatakan mengalami *frailty syndrome* (Jang, 2016).

Kelemahan	Laki-laki dikatakan positif bila nilai handgrip <30 kg Wanita dikatakan positif bila <18 kg
Kecepatan berjalan yang lambat	Waktu tempuh 4 meter lebih dari 6 detik dikatakan positif
Kelelahan	= jarang = kadang (1-2 hari) = sedang (3-4 hari) = sepanjang waktu Dikatakan positif apabila memenuhi poin 2 atau 3
Aktivitas fisik yang kurang	3 bulan tanpa <i>weight bearing activity</i> atau menghabiskan waktu >4 jam untuk duduk atau melakukan jalan pendek <1 kali perbulan
Penurunan berat badan yang tidak jelas	Positif apabila kehilangan berat badan >4,5 kg dalam tahun terakhir atau 5% dari berat badan.

Tabel 2.1 Kriteria *Clinical Frailty Syndrome* (Goto et al., 2019)

2.3 Tinjauan Umum Tentang Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes mellitus tipe 2 merupakan penyakit hiperglikemi akibat insensivitas sel terhadap insulin. Kadar insulin sedikit menurun atau berada dalam rentang normal. Karena insulin tetap dihasilkan oleh sel-sel beta pankreas, maka dianggap sebagai *non insulin dependent diabetes mellitus* (Punthakee et al., 2018). DM tipe 2 merupakan 90% dari seluruh kategori diabetes mellitus (Suseelal et al., 2016).

Pada diabetes tipe 2 terdapat dua masalah utama yang berhubungan dengan insulin yaitu resistensi dan gangguan sekresi insulin. Kedua hal tersebut dapat menyebabkan GLUT dalam darah aktif (Rezai Asl et al., 2017). *Glukose Transporter* (GLUT) yang merupakan senyawa asam amino yang terdapat di dalam berbagai sel yang berperan dalam proses metabolisme glukosa. Insulin mempunyai tugas yang sangat penting pada berbagai proses metabolisme dalam tubuh terutama pada metabolisme karbohidrat. Hormon ini sangat berperan dalam proses utilisasi glukosa hampir diseluruh jaringan tubuh, utamanya pada otot, lemak dan hepar. Pada jaringan perifer seperti jaringan otot dan lemak, insulin berikatan dengan sejenis reseptor yaitu *insulin receptor substrate* (IRS) yang terdapat pada membrane sel tersebut. Ikatan antara insulin dan reseptor tersebut akan menghasilkan semacam sinyal yang berguna bagi proses metabolisme glukosa di dalam sel otot dan lemak. Setelah berikatan, transduksinya akan berperan dalam meningkatkan kuantitas GLUT-4 (*glucose transporter-4*). Proses sintesis dan transaksi GLUT-4 inilah yang bekerja memasukkan glukosa dari ekstra ke intrasel untuk selanjutnya mengalami proses metabolisme. Untuk menghasilkan suatu proses metabolisme glukosa normal, selain diperlukan mekanisme serta dinamika sekresi yang normal maka dibutuhkan juga aksi insulin yang berlangsung normal (Eliana et al., 2015).

Diabetes mellitus tipe 2 terjadi karena insulin yang tersedia tidak bekerja dengan baik dimana tidak mampu memasukkan glukosa dari peredaran darah untuk ke dalam sel-sel tubuh yang memerlukannya sehingga glukosa dalam darah tetap tinggi yang menyebabkan terjadinya hiperglikemia, dimana hiperglikemia merupakan salah satu komplikasi akut (Pan et al., 2018). Hiperglikemia yang terjadi bukan hanya disebabkan oleh gangguan sekresi insulin atau defisiensi insulin, melainkan pada saat bersamaan juga terjadi rendahnya respons jaringan tubuh terhadap insulin atau dikenal dengan istilah

resistensi insulin. Defisiensi dan resistensi insulin ini akan memicu sekresi hormon glukagon dan epinefrin. Glukagon bekerja di organ hepar, berfungsi awalnya untuk meningkatkan glikogenolisis yaitu pemecahan glikogen menjadi glukosa dan kemudian meningkatkan glukoneogenesis yaitu pembentukan karbohidrat oleh protein dan beberapa zat lainnya oleh hepar. Epinefrin selain meningkatkan glikogenolisis dan glukoneogenesis di hepar juga menyebabkan lipolisis di jaringan lemak serta glikogenolisis dan proteolisis di otot. Gliserol, yang merupakan hasil lipolisis, serta asam amino (alanin dan aspartat) adalah bahan baku glukoneogenesis hepar (Hall & Hall, 2020).

Faktor atau pengaruh lingkungan seperti gaya hidup atau obesitas juga akan mempercepat progresivitas perjalanan penyakit diabetes mellitus. Gangguan metabolisme glukosa akan terus berlanjut pada gangguan metabolisme lemak dan protein serta proses kerusakan berbagai jaringan tubuh (Ozougwu et al., 2013). Komplikasi akut diabetes yang lainnya ada tiga yang penting dan berhubungan dengan gangguan keseimbangan kadar glukosa darah jangka pendek. Ketiga komplikasi tersebut yaitu hipoglikemia, ketoasidosis diabetik dan sindrom 12 HHNK. Sedangkan komplikasi kronik diabetes mellitus dapat menyerang semua sistem organ dalam tubuh yang dikategorikan sebagai penyakit makrovaskuler, penyakit mikrovaskuler dan neuropati (Kohlman-Trigoboff, 2013). Neuropati yang terjadi pada diabetes melitus mengacu pada semua kelompok tipe saraf, termasuk saraf perifer, otonom dan spinal. Neuropati, penyakit vaskular perifer dan penurunan daya imunitas dapat menyebabkan komplikasi berupa *diabetic foot* yang diawali dengan adanya hiperglikemia pada penderita DM dan menyebabkan kelainan neuropati serta pembuluh darah. Neuropati sensorik ataupun motorik dan autonomik akan mengakibatkan berbagai perubahan pada kulit dan otot, yang kemudian menyebabkan terjadi perubahan distribusi tekanan pada telapak kaki yang mempermudah terjadinya ulkus pada kaki (Chiwanga & Njelekela, 2015).

Beberapa faktor-faktor risiko yang berhubungan dengan proses terjadinya DM tipe 2, yaitu :

1. Faktor genetik

Pada penderita DM tipe 2, jenis penyakitnya rentan untuk menular dikarenakan terjadi transmisi genetik yang kuat, dibandingkan mereka yang tidak memiliki riwayat diabetes (Hall & Hall, 2020). Hasil studi di Amerika

yang dilaporkan oleh Richardson menjelaskan bahwa gen adalah penyebab DM yang akan dibawa oleh anak jika orang tuanya juga menderita DM (Richardson et al., 2019).

2. Usia

Usia meningkatkan risiko mengalami diabetes, dimana resistensi insulin mulai terjadi pada usia 45 tahun dan cenderung meningkat pada usia >65 tahun. Hal ini terjadi karena individu diusia ini cenderung kurang bergerak, kehilangan massa otot, dan bertambah berat badan. Selain itu, proses penuaan juga mengakibatkan penurunan fungsi sel beta pankreas sebagai penghasil insulin (Kohlman-Trigoboff, 2013).

3. Jenis kelamin

Secara prevalensi, wanita dan pria mempunyai peluang yang sama terkena diabetes mellitus. Hanya saja, dari faktor risiko, wanita lebih berisiko mengidap diabetes dikarenakan secara fisik wanita memiliki peluang peningkatan indeks masa tubuh yang lebih besar, premenstrual syndrome dan pasca-menopause yang membuat distribusi lemak tubuh menjadi mudah terakumulasi akibat proses hormonal tersebut. Selain itu, pada wanita yang sedang hamil mengalami ketidakseimbangan hormonal dan jumlah kadar progesteron tinggi, sehingga meningkatkan sistem kerja tubuh untuk merangsang sel-sel berkembang (termasuk pada janin) maka tubuh akan memberikan sinyal lapar dan pada puncaknya menyebabkan sistem metabolisme tubuh tidak bisa menerima langsung asupan kalori dan menggunakannya secara total dan pada akhirnya terjadi peningkatan kadar gula darah (Aravinda, 2019).

4. Obesitas

Bertambahnya berat badan yang berlebihan atau obesitas dapat juga meningkatkan terjadinya risiko diabetes (Li et al., 2020). Hasil studi lain menunjukkan bahwa sekitar 88,30% populasi pasien yang didiagnosis DM tipe 2 secara signifikan karena kelebihan berat badan. Kalori yang masuk ke tubuh lebih tinggi dibandingkan aktivitas fisik yang dilakukan untuk membakarnya sehingga lemak menumpuk dan dapat meningkatkan risiko menderita DM tipe 2 (Aravinda, 2019). Obesitas menyebabkan respon sel beta pankreas terhadap peningkatan glukosa darah berkurang, selain itu

reseptor insulin pada sel di seluruh tubuh termasuk di otot berkurang jumlahnya dan menjadi kurang sensitif (Kohlman-Trigoboff, 2013).

5. Hipertensi

Riwayat penderita hipertensi sangat erat kaitannya dengan kasus DM tipe 2, dimana dapat berisiko 2,629 kali lipat lebih tinggi daripada penderita non hipertensi (Aynalem & Zeleke, 2018).

6. Dislipidemia

Dislipidemia merupakan keadaan dimana kadar lemak dalam darah mengalami peningkatan. Hal tersebut berisiko menyebabkan terjadi penyakit DM tipe 2 (Aynalem & Zeleke, 2018).

Terdapat beberapa jenis pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk mendiagnosis DM, antara lain :

1. Pemeriksaan darah glukosa puasa (*Nuchter*)

Pemeriksaan darah jenis ini paling umum digunakan, dimana partisipan diminta melakukan puasa sebelum tes untuk menghindari adanya peningkatan glukosa darah lewat makanan yang dapat mempengaruhi hasil tes, biasanya puasa dilakukan selama 8-14 jam (Bilous et al., 2021). Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendeteksi adanya diabetes atau reaksi hipoglikemik. Standarnya jangka waktu pemeriksaan dilakukan minimal 3 bulan sekali dengan nilai normal adalah 70-100 mg/dL (Tandra, 2017)

2. Pemeriksaan kadar glukosa darah *post-prandial* (2 jam setelah makan)

Sampel glukosa darah 2 jam setelah makan dilakukan untuk mengukur respon partisipan terhadap asupan karbohidrat 2 jam setelah makan (Tandra, 2017). Pemeriksaan ini dilakukan minimal 3 bulan sekali dengan nilai normal <160 mg/dL (Bilous et al., 2021).

3. Pemeriksaan glukosa darah sewaktu (GDS)

Pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu merupakan pemeriksaan yang dilakukan setiap waktu tanpa ada syarat puasa dan makan (Andreassen et al., 2014). Tujuan pemeriksaan ini untuk mengatasi permasalahan yang dapat timbul akibat adanya perubahan dari kadar glukosa secara mendadak, dengan nilai normal berkisar antara 80-144 mg/dL (Tandra, 2017).

4. Pemeriksaan tes HBA1c

HBA1c merupakan zat yang terbentuk karena reaksi antara glukosa dan hemoglobin, jika makin tinggi kadar glukosa darah maka semakin banyak

pula molekul hemoglobin yang dapat berkaitan dengan glukosa (Tandra, 2017). Jika pada penderita DM, pemeriksaan ini sangat penting dilakukan setiap 3 bulan sekali dengan nilai normal $>6,5\%$ (Bi et al., 2020). Selain itu, pemeriksaan jenis ini juga dapat digunakan untuk menilai kualitas pengendalian diabetes mellitus karena hasil dari pemeriksaan tidak terpengaruh dari asupan makan, obat, maupun olahraga sehingga dapat dilakukan tanpa ada persiapan yang khusus (Tandra, 2017).

2.4 Tinjauan Umum Tentang Risiko Jatuh

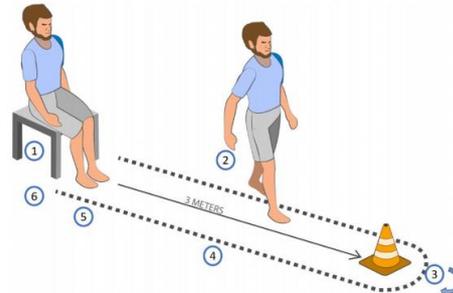
Peristiwa jatuh merupakan kegagalan seseorang untuk mempertahankan keseimbangan badan ketika bergerak (De Oliveira Lima et al., 2021). Insiden jatuh dikategorikan sebagai akibat dari pengaruh yang kompleks dari berbagai faktor risiko. Risiko jatuh merupakan peningkatan kerentanan terhadap jatuh yang dapat menyebabkan bahaya fisik (Patil et al., 2015).

Jatuh merupakan salah satu masalah yang sering terjadi pada lansia karena berbagai perubahan fungsi organ, penyakit, dan faktor lingkungan. Jatuh akan menyebabkan cedera fisik ataupun psikologis. Cedera fisik akibat jatuh bisa berupa fraktur, dislokasi, memar, *hemarthrosis*, dan subdural hematoma. Seringkali jatuh juga merupakan pertanda dari *frailty syndrome* (Ambrose et al., 2013). Kejadian jatuh yang berulang dapat menyebabkan hilangnya kepercayaan diri lansia untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari (Lima Filho et al., 2020).

Faktor risiko jatuh pada lansia dapat disebabkan karena dua hal yaitu faktor intrinsik (*patient related risk factors*) antara lain riwayat jatuh sebelumnya, inkontinensia, gangguan kognitif, gangguan keseimbangan, usia >65 tahun dan osteoporosis. Serta faktor ekstrinsik (*healthcare factors related to falls*) yang merupakan faktor karena pengaruh dari lingkungan yang tidak mendukung, seperti pencahayaan yang tidak memadai, kondisi lantai yang licin, tempat berpegangan yang tidak kuat dan tidak stabil, dan kerusakan pada alat-alat bantu berjalan (Wang et al., 2017).

Adapun pengukuran yang dapat digunakan untuk mengukur risiko jatuh adalah dengan instrument *Timed up and go test* (TUGT). TUGT merupakan *gold standard* yang direkomendasikan oleh *American British Geriatrics Society Guidelines* untuk mengidentifikasi terjadinya risiko jatuh (Moncada & Mire, 2017). Tes ini bertujuan untuk menilai mobilitas anggota gerak tubuh dengan kriteria

objektif, jika hasil tes jarak yang ditempuh kriteria <14 detik = berisiko jatuh rendah dan apabila >14 detik = risiko jatuh tinggi (Azad et al., 2020).



Gambar 2.2 Skema *Timed Up and Go* (Ortega-Bastidas et al., 2019)

Adapun prosedur pengukuran *Timed Up and Go* (TUGT) adalah sebagai berikut: (Ortega-Bastidas et al., 2019)

1. Intruksikan partisipan bahwa ketika peneliti mengatakan “mulai” maka diharapkan partisipan untuk :
 - a. Berdiri dari kursi
 - b. Berjalan sesuai garis pada lantai dengan kecepatan normal
 - c. Berbalik
 - d. Berjalan kembali ke kursi dengan kecepatan normal
 - e. Duduk kembali
2. Pada kata “mulai” maka perhitungan waktu pun dimulai
3. Hentikan waktu setelah partisipan duduk kembali di kursi
4. Tahap terakhir catat waktu yang dibutuhkan partisipan selama menyelesaikan tes.

2.5 Tinjauan Umum Tentang Kemampuan Fungsional

Perubahan secara fisiologis terkait usia dan kerentanan yang lebih besar terhadap penyakit sering mempengaruhi kesejahteraan fisik, sosial, dan psikologis. Dalam pesatnya peningkatan dalam proporsi lansia pada populasi umum, mempertahankan kemampuan fungsional dan hidup mandiri adalah tujuan kesehatan yang penting di seluruh dunia (Elboim-Gabyzon et al., 2015). Kemunduran kemampuan fungsional salah satunya dapat berdampak terhadap kemampuan beradaptasi dengan lingkungan aktivitasnya (Millán-Calenti et al., 2010).

Kemunduran gerak fungsional dapat dikelompokkan menjadi tiga tingkat (Pashmdarfard & Azad, 2020), yaitu :

1. Mandiri, dimana lansia dikatakan mampu melakukan aktivitas tanpa bantuan orang lain.
2. Bergantung sebagian, dimana lansia mampu melaksanakan aktivitas dengan beberapa bagian namun masih memerlukan bantuan orang lain.
3. Bergantung sepenuhnya, yaitu saat lansia tidak dapat melakukan aktivitas tanpa bantuan dari orang lain.

Pengukuran kemampuan fungsional dapat menentukan status fungsional seseorang, keterbatasan aktivitas fisik dan dapat sebagai landasan untuk membantu menentukan perencanaan intervensi yang diperlukan (Klimczuk, 2016). Salah satu alat ukur yang dapat digunakan pada lansia yaitu *Short Physical Performance Battery* (SPPB), dimana ini merupakan instrument yang secara spesifik dapat mengevaluasi kemampuan fungsional, khususnya untuk mengukur status kinerja fisik pada ekstremitas bawah (Pavasini et al., 2016). SPPB terdiri atas 3 penilaian yaitu *standing balance, walking speed, and chair stand tests*. Hasil waktunya dari setiap *test* diskalakan sesuai dengan aturan, dan diinterpretasikan mulai dari skor 0 = kinerja buruk hingga 12 = kinerja terbaik (Rodriguez-mañas et al., 2019).

2.6 Tinjauan Umum Tentang Multimodal Exercise

Multimodal exercise merupakan gabungan komponen latihan yang terdiri dari latihan kekuatan otot, keseimbangan, fleksibilitas, dan latihan ketahanan (Patil et al., 2015). Setiap sesi *multimodal exercise* dilakukan dalam 3 tahapan yaitu melakukan *warm up*, latihan inti, dan *cool down* (Kang et al., 2015). Gerakan *warm up* terdiri dari *forward leg swing, lateral leg swing, hip circle, knee circle, high knee, stepping sideway, stepping forward, stepping backward* dengan bertepuk tangan, dan untuk gerakan *cool down* dapat dilakukan dengan *stretching quadriceps, hamstring dan gastrocnemius, shaking out legs, dan rotating ankle* (Kang dkk., 2015; Thaiyanto dkk., 2021; Vedovelli & Giacobbo, 2017). Umumnya multimodal exercise berlangsung selama 45-60 menit setiap sesinya, dimana waktu tersebut bergantung pada kombinasi latihan yang dilakukan. Periode pemberian latihanpun bervariasi beberapa penelitian dilakukan selama 12 minggu, adapula yang melakukan penelitian selama 4 minggu, 5 bulan, bahkan 1 tahun yang setiap minggunya dilakukan sebanyak 1-3 kali (Liu et al., 2017).

Adapun gerakan-gerakan latihan inti sebagai berikut :

1. *Aerobic Exercise*

Secara umum, latihan aerobik adalah aktivitas olahraga secara sistematis dengan peningkatan beban secara bertahap dan monoton menggunakan tenaga yang berasal dari pembakaran oksigen dan membutuhkan oksigen tanpa mengakibatkan kelelahan. Contohnya seperti berjalan, bersepeda, dan berenang (Dharma & Boy, 2019). Adapun latihan yang akan dilakukan yaitu *marching, v stepping, stepping sideway, stepping forward, stepping backward* (Kang et al., 2015).

Latihan aerobik bermanfaat dalam meningkatkan daya jantung-paru, kemampuan otot, dan meperlancar peredaran darah. Selama latihan, terjadi proses adaptasi neuromuscular, dimana adaptasi fisiologis pada otot rangka menyebabkan perubahan kontraktile dan non kontraktile elemen otot. Saat terjadi peningkatan beban pada otot, maka miofibril dan matriks ekstraseluler akan merangsang terjadinya sintesis protein seperti jalur mitogen pengaktifan protein kinase yang akan berperan dalam pertumbuhan otot yang diinduksi. Pertumbuhan otot atau terjadinya hipertrofi otot ini dikarenakan peningkatan jumlah total sarkomer yang secara paralel dan seri (Hedayatpour & Falla, 2015).

Saat terjadi hipertrofi otot, maka proses sintesis protein kontraktile otot akan berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan proses penghancurannya. Sehingga dapat menghasilkan meningkatnya jumlah filamen-filamen aktin dan myosin secara progresif di dalam myofibril. Miofibril ini akan membentuk miofibril yang baru dengan cara memecah setiap serat otot. Adanya peningkatan myofibril tersebut membuat serat otot menjadi besar, atau dikenal dengan istilah respon terhadap kontraksi otot pada kekuatan maksimal (Wedi et al., 2019). Selama terjadi kontraksi otot, maka sistem saraf pusat akan mengontrol peningkatan produksi kekuatan otot dengan cara meningkatkan unit motorik dan perekrutan tambahan unit motor (Hedayatpour & Falla, 2015).

2. *Strengthening exercise*

Strengthening exercise sifatnya aktif baik secara statis maupun dinamis yang bertujuan untuk mengkontraksikan otot dengan menahan kekuatan yang diberikan secara manual maupun mekanikal, berfokus pada prosedur

sistematik berupa pembebanan kerja otot yang dilakukan secara repetitive pada waktu yang telah ditentukan (Kisner & Kolby, 2012). Adapun latihan yang akan dilakukan yaitu *fleksi knee*, *ekstensi knee*, *fleksi hip* dan *ekstensi hip* (Kang et al., 2015).

Bentuk program pemberian *strengthening exercise* dengan menggunakan alat berupa *elastic band* yang mempunyai fleksibilitas yang cukup tinggi mencakup 2 sendi yaitu *hip* dan *knee*. Latihan ini melibatkan kontraksi isotonik yang dilakukan pada tungkai baik kiri maupun kanan. Latihan dilakukan selama 10 menit dan 2 sets untuk satu kali perlakuan. Latihan dilakukan secara bertahap dengan menggunakan *elastic band* yang memiliki daya resistance terendah yaitu ketebalan 0,35 mm pada 3 minggu pertama kemudian menggunakan *band* dengan ketebalan 0,5 pada minggu ke 4 sampai minggu ke 5 yang memiliki daya *resistance* lebih tinggi dari sebelumnya. Jenis latihan yang diberikan dapat diterapkan oleh lansia (Page & Ellenbecker, 2019).

Secara fisiologis, latihan jenis *strengthening* dapat menimbulkan kontraksi otot sehingga dapat terjadi hipertrofi otot berupa peningkatan myofibril dan massa otot (Hedayatpour & Falla, 2015). Saat terjadi kontraksi, maka otot sangat membutuhkan ATP. Pembentukan ATP terjadi di mitokondria sel, serta munculnya respon stress terhadap otot. Respon stress ini merupakan bentuk adaptasi dari aktivitas kontraktile melalui perubahan ekspresi gen untuk menghasikan peningkatan protein sitoprotektif atau *heat shock protein* (HSP). Dimana protein ini berfungsi dalam mempertahankan homeostatis, memfasilitasi perbaikan cedera, dan memberikan perlindungan (Morton et al., 2009).

Hipertrofi yang terjadi dapat mensintesis protein kontraktile otot yang berjalan dengan lebih cepat dan meningkatkan jumlah aktin dan myosin dalam myofibril sehingga dapat menambah kekuatan otot (Wedi et al., 2019). Jadi jika kemampuan otot pada ekstremitas bawah meningkat, maka kemampuan untuk menyangga tubuh bagian atas akan semakin baik sehingga keseimbangan postural akan terkontrol (Navas-Enamorado et al., 2017).

3. *Balance Exercise*

Balance Exercise merupakan *exercise* yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan otot terutama ekstremitas bawah serta meningkatkan keseimbangan (Howe et al., 2011). Banyak komponen fisiologis dari tubuh manusia memungkinkan kita untuk melakukan reaksi keseimbangan, bagian yang paling utama adalah proprioceptif. Proprioceptif dihasilkan melalui respon secara simultan, visual, vestibular, dan sistem sensorimotor, yang masing-masing memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas postural (O'Driscoll & Delahunt, 2011).

Gerakan-gerakan yang dilakukan pada *balance exercise* mampu mengaktifkan gerakan yang disadari kemudian diterima oleh saraf sensoris yaitu proprioceptif tentang perubahan posisi tubuh pada persendian. Input yang masuk akan diantarkan ke otak tepatnya di korteks serebri untuk mengubah informasi sensoris menjadi informasi motorik. Neuron-neuron motorik akan terbentuk dari informasi motorik yang akan menyebabkan terjadinya potensial aksi pada otot. Potensial aksi akan menyebabkan reticulum sarkoplasma melepaskan ion kalsium dalam jumlah besar sehingga terjadi gaya tarik-menarik pada filamen *aktin* dan *myosin* yang menyebabkan terjadinya kontraksi otot (Nisa & Maratis, 2019).

Adanya kontraksi otot dapat meningkatkan serat otot atau hipertrofi yang memicu komponen metabolisme fosfagen termasuk ATP dan fosfokreatin, sehingga mampu meningkatkan kekuatan otot, yang secara langsung dapat terjadi keseimbangan postural pada lansia (da Silveira Langoni et al., 2019). Berikut jenis *balance exercise* yang dapat diberikan *unipedal stance*, *toe and heel raise*, *tandem stance*, berjalan melewati rintangan menggunakan *agility ladder* dan *push-up* dinding (Kang et al., 2015)

2.7 Tinjauan Hubungan Multimodal Exercise terhadap Risiko Jatuh dan Kemampuan Fungsional pada Lansia yang mengalami *Frailty Syndrome* dengan DMT2

Tidak jarang lansia mengalami suatu *syndrome geriatric* yang dikenal dengan istilah *frailty syndrome* dimana hal ini merupakan suatu kerentanan akibat proses penuaan dan kemunduran pada sistem fisiologis, yang menyebabkan terjadinya

penurunan kemampuan fungsional sehari-hari (Rodriguez-mañas et al., 2019). Secara fisiologis, penuaan sangat berkaitan dengan munculnya tanda dan gejala berupa penurunan fungsi organ tubuh secara progresif, salah satunya termasuk fungsi otot skeletal yang dikenal dengan istilah sarkopenia (Aryana et al., 2018). Sarkopenia berperan pada pathogenesis dan etiologi dari *frailty syndrome* dan berkaitan dengan kondisi penyakit kronis lainnya seperti diabetes mellitus type 2 (Lima Filho et al., 2020).

Lansia penderita diabetes lebih cenderung mengalami *frailty syndrome* dibandingkan pada lansia non-diabetes (Jang, 2016). Penyakit diabetes yang diderita dalam jangka waktu yang panjang dapat meningkatkan hilangnya massa dan fungsi otot rangka, dampaknya berupa penurunan fleksibilitas, kelemahan otot, dan penurunan kemampuan fungsional otot (Collins et al., 2019). Sehingga dapat mengakibatkan terjadinya risiko jatuh, berkurangnya mobilitas, penurunan kecepatan berjalan dan pola *activity of daily living* (ADL) yang buruk (Muszalik et al., 2022). Langkah pencegahan untuk memperlambat munculnya dan progresivitas dari *frailty syndrome* yang sudah terjadi serta dampaknya yaitu dengan memberikan langkah-langkah terapeutik dan strategi intervensi berupa obat-obatan, nutrisi, dan latihan fisik (Sanz-Cánovas et al., 2022).

Melakukan latihan fisik atau *physical exercise* merupakan penanganan non-farmakologis yang efektif terhadap lansia (Jang, 2016). Latihan yang diberikan kepada lansia dan dapat meningkatkan kekuatan otot, ketahanan otot, dan keseimbangan disebabkan karena terjadinya adaptasi neuromuscular pada lansia sehingga dapat mencegah terjadinya jatuh dan meningkatkan kemampuan fungsional (Naderi et al., 2019). Dimana, otot secara terus menerus dibentuk kembali dalam jangka waktu beberapa hari atau minggu untuk menyesuaikan fungsi-fungsi yang dibutuhkan seperti diameter, panjang, kekuatan, suplai pembuluh darah, dan tipe serabut otot yang mengalami perubahan (Budiwibowo & Setiowati, 2015). Selama terjadi hipertrofi, sintesis protein kontraktile otot akan berlangsung lebih cepat yang menghasilkan jumlah filamen aktin dan myosin bertambah banyak di dalam myofibril, yang seringkali meningkat secara progresif hingga 50%. Beberapa myofibril tersebut akan terpecah didalam otot yang mengalami hipertrofi untuk membentuk myofibril baru, bersama dengan terjadinya peningkatan ukuran myofibril maka sistem enzim yang bertugas untuk menyediakan energi juga akan bertambah. Hal ini utamanya terjadi pada

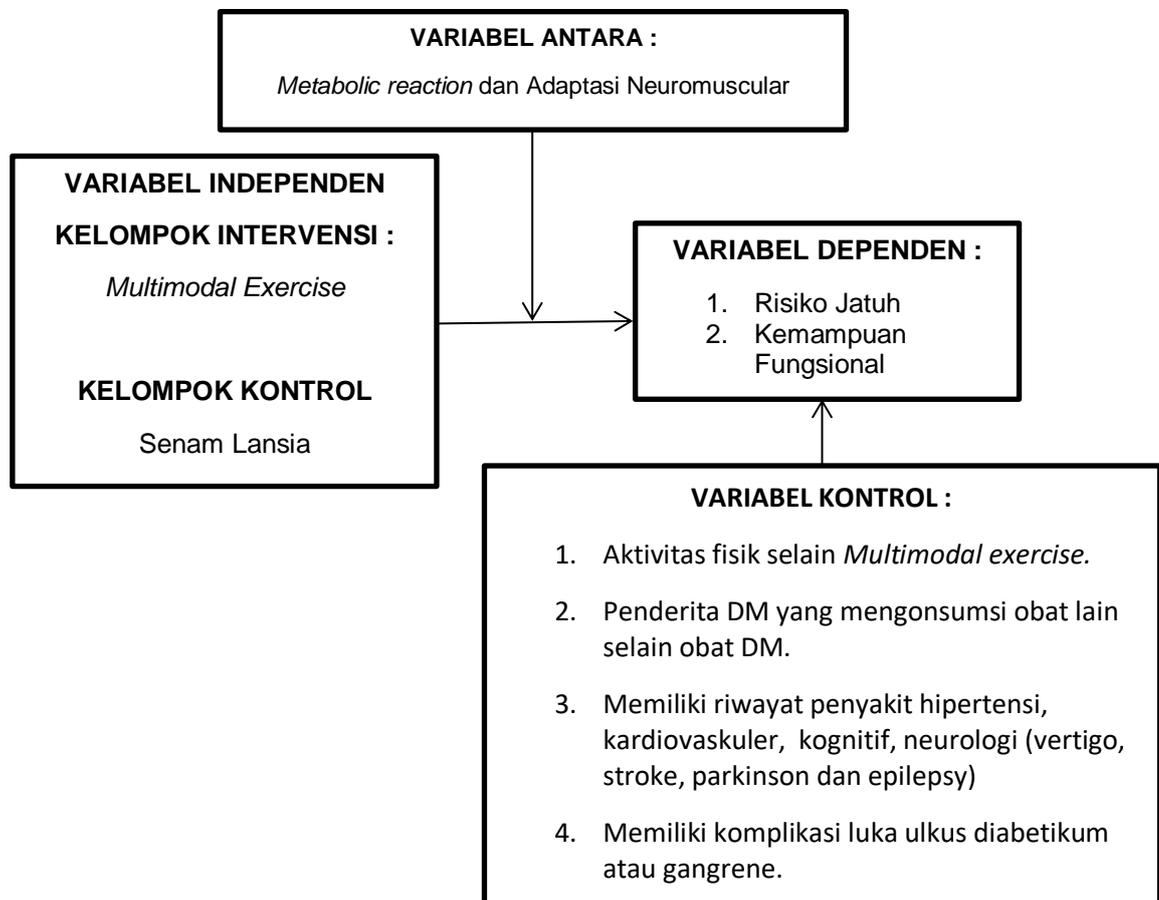
peningkatan ATP-PC dan enzim-enzim yang dipakai untuk proses glikolisis, memungkinkan terjadi penyediaan energi secara cepat selama kontraksi otot yang kuat serta singkat, dan menyebabkan perubahan biokimia otot (Budiwibowo & Setiowati, 2015). Perubahan komponen biokimia otot berupa peningkatan diantaranya yaitu konsentrasi keratin, konsentrasi kreatin fosfat dan ATP, serta glikogen (Pinzón-Ríos, 2019).

Salah satu jenis *exercise* yang masih jarang diteliti yaitu *multimodal exercise* (Liu et al., 2017). Program *multimodal exercise* merupakan latihan dengan cara mengkombinasikan 2 atau lebih jenis latihan, umumnya terdiri dari *aerobic exercise* dan *anaerobic exercise* (Thomas et al., 2019), berfokus pada kekuatan otot, keseimbangan dan *endurance* yang terbukti mampu meningkatkan kapasitas fisik (Liu et al., 2017). *Aerobic exercise* bermanfaat dalam meningkatkan daya jantung-paru, kemampuan otot, dan memperlancar peredaran darah. Selama latihan, terjadi proses adaptasi neuromuscular dan mampu meningkatkan jumlah kapiler darah pada otot sehingga proses difusi oksigen didalam otot menjadi lebih mudah (Hedayatpour & Falla, 2015). Hal ini menyebabkan kemampuan untuk menyuplai oksigen akan terjadi lebih banyak per unit massa otot, sehingga seseorang yang diberikan *aerobic exercise* dapat melakukan aktivitas secara optimal dibandingkan dengan orang yang tidak diberi latihan (Formiga et al., 2020).

Anaerobic Exercise terdiri dari jenis latihan kekuatan dan keseimbangan yang merupakan prosedur sistematis berupa kerja otot yang dilakukan secara repetitif pada waktu tertentu. Latihan keseimbangan atau *balance exercise* adalah latihan yang dapat meningkatkan keseimbangan postural dengan melibatkan proprioceptif (Syah & Susy Purnawati, 2016). Gerakan-gerakan saat latihan mampu mengaktifkan gerakan yang disadari kemudian diterima oleh saraf sensoris, input yang masuk tersebut akan dikirim ke otak tepatnya di korteks serebri untuk mengubah informasi sensoris menjadi informasi motorik. Neuron-neuron motorik kemudian terbentuk sehingga terjadi potensial aksi pada otot. Potensial aksi tersebut dapat menyebabkan retikulum sarkoplasma melepaskan ion kalsium dengan jumlah besar hingga terjadi gaya tarik-menarik pada filament aktin dan myosin yang menyebabkan terjadinya kontraksi otot (Nisa & Maratis, 2019). Adanya kontraksi otot sehingga terjadi peningkatan serat otot atau disebut

hipertrofi, hal ini tentu dapat meningkatkan kekuatan otot pada lansia (da Silveira Langoni et al., 2019).

2.9 Kerangka Konsep



2.10 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan dari kajian teoritis dan rumusan masalah, maka hipotesis penelitian ini dapat dirumuskan yaitu : “Terdapat pengaruh *multimodal exercise* terhadap risiko jatuh dan kemampuan fungsional pada lansia yang mengalami *frailty syndrome* dengan diabetes mellitus tipe 2”

2.11 Defenisi Oprasional dan Kriteria Objektif

Variabel Independen	Defenisi Oprasional	Indikator	Alat ukur	Skala	Skor
<i>Multimodal exercise</i>	<i>Aerobic exc</i> merupakan aktivitas olahraga yang secara sistematis terjadi peningkatan beban yang bertahap dan monoton, menggunakan energi yang berasal dari pembakaran oksigen tanpa mengakibatkan	Frekuensi (F) : 3 kali/minggu Intensitas (I) : <i>moderate intensity</i> Teknk (T) : <i>Aerobic</i> Time (T) : 10 menit	SOP <i>Aerobic Exercise</i>	Rasio	-

	kelelahan yang berlebihan.				
	Anaerobic Exc terdiri dari berbagai jenis latihan seperti latihan penguatan dan keseimbangan, yang merupakan prosedur sistematis kinerja otot yang dilakukan secara repetitif pada waktu tertentu. Guna untuk meningkatkan kekuatan otot, mengaktifkan otot, meningkatkan proprioceptif dan fungsi saraf.	Frekuensi (F) : 3x/minggu selama 8 minggu Intensitas (I) : 1 set, 3x rep, 8 hitungan Teknik (T) : <i>strengthening</i> Time : 10 menit	SOP <i>Balance Exercise</i>	Rasio	-
		Frekuensi (F) : 3x/minggu selama 8 minggu Intensitas (I) : 1 set, 3x rep Teknik (T) : <i>Balancing</i> Time : 10 menit	SOP <i>Balance Exercise</i>	Rasio	-
Senam Lansia	Senam lansia merupakan rangkaian gerak badan yang digolongkan sebagai olahraga aerobik.	Frekuensi (F) : 1x/minggu selama 8 minggu Intensitas (I) : 1 set Teknik (T) : <i>aerobic</i> Time : 30 menit	SOP Senam Lansia	Rasio	-
Variabel Dependen	Defenisi Oprasional	Indikator	Alat ukur	Skala	Skor
Risiko Jatuh	Risiko jatuh merupakan peningkatan kerentanan terhadap jatuh yang dapat menyebabkan bahaya fisik (Patil et al., 2015).	Dugaan klasifikasi : Risiko jatuh rendah Risiko jatuh tinggi	<i>Timed up and go test</i> (TUGT)	Rasio	<14 detik = risiko jatuh rendah >14 detik = risiko jatuh tinggi
Kemampuan Fungsional	Pengukuran kemampuan fungsional dapat menentukan status fungsional seseorang, keterbatasan aktivitas fisik dan dapat sebagai landasan untuk membantu menentukan perencanaan intervensi yang diperlukan (Klimczuk, 2016).	Klasifikasi : Kinerja terburuk Kinerja terbaik	Instrument <i>Short Physical Perfomance Battery</i> (SPPB)	Rasio	0 = kinerja buruk 12 = kinerja terbaik