

**MANFAAT KOMBINASI *AEROBIC* DAN *STRENGTHENING EXERCISE*
TERHADAP KONTROL GULA DARAH PENDERITA DIABETES
MELITUS TIPE II (*CRITICAL REVIEW*)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan**

Oleh:

REYHAN AUZAN PUTERA NOTOKOESOEMO

J 120 140 117

**PROGRAM STUDI S1 FISIOTERAPI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**MANFAAT KOMBINASI *AEROBIC* DAN *STRENGTHENING EXERCISE*
TERHADAP KONTROL GULA DARAH PENDERITA DIABETES
MELITUS TIPE II (*CRITICAL REVIEW*)**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

REYHAN AUZAN PUTERA NOTOKOESOEMO

J 120 140 117

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen
Pembimbing



Farid Rahman, SSt. Ft., M.Or., Ftr., AIFO
NIK: 1771

HALAMAN PENGESAHAN

MANFAAT KOMBINASI *AEROBIC* DAN *STRENGTHENING EXERCISE*
TERHADAP KONTROL GULA DARAH PENDERITA DIABETES
MELITUS TIPE II (*CRITICAL REVIEW*)

OLEH:
REYHAN AUZAN PUTERA NOTOKOESOEMO
J120140117

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Sabtu, 24 Oktober 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

Penguji

1. Farid Rahman, SSt. Ft., M.Or., Ftr., AIFO
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr. dr. Siti Soekiswati, M.H.Kes
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Wahyuni, S. Fis., Ftr., M.Kes
(Anggota II Dewan Penguji)

Tanda Tangan

(.....)
(.....)
(.....)



Dekan,
Dr. Mutalazimah, SKM., M.Kes
NIK/NIDN: 786/06-1711-7301

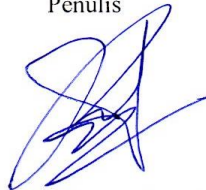
SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Bekasi, 10 September 2020

Penulis



Revhan Auzan Putera Notokoesoemo
J120140117

MANFAAT KOMBINASI *AEROBIC* DAN *STRENGTHENING EXERCISE* TERHADAP KONTROL GULA DARAH PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE II (*CRITICAL REVIEW*)

Abstrak

Latar Belakang: Penyakit diabetes melitus tipe II adalah suatu penyakit yang diakibatkan karena adanya hambatan insulin akibat disfungsi pankreas, mengakibatkan ketidakseimbangan antara kebutuhan insulin dengan kadar gula darah. Faktor resiko disebabkan karena faktor usia, obesitas, alkohol, merokok, serta gaya hidup pasien yang cenderung pasif. Menurut peneliti terdahulu, pemberian *aerobic* dan *strengthening exercise* merupakan *treatment* yang efektif bagi penderita diabetes melitus tipe II agar kadar gula darah terkendali.

Tujuan: Untuk mengetahui manfaat dari kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* terhadap kontrol gula darah bagi penderita diabetes melitus tipe II.

Metode: Penelitian ini dilakukan dengan metode *critical review* yaitu menganalisa sumber data seperti artikel, jurnal terdahulu antara tahun 2010-2020 sejumlah 7 artikel. Adapun sumber jurnal yang analisa adalah jurnal *randomized control trial* dan menggunakan standar penilaian *PEDro Scale* untuk menilai kelayakan sebuah jurnal.

Hasil dan Pembahasan: Hasil analisa ditemukan 7 artikel terpilih yang akan di-*review* dalam pembahasan dan dinyatakan bahwa pemberian latihan yang direkomendasikan adalah kombinasi *aerobic* dengan *cycle ergometers*, intensitas sedang dan *strengthening exercise* dengan intensitas sedang, 10 hingga 12 kali repetisi sebanyak 2 sesi per minggu. Pemberian *aerobic* mampu meningkatkan kapasitas fisik, kadar VO_{2max} , rangsangan ekspresi transport glukosa dalam mencegah terjadinya resistensi insulin dan translokasi glukosa untuk mengaktivasi TNF- α , IL-6, dan IL-10 dalam mengendalikan produksi glukosa.

Kesimpulan: Kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* dengan rekomendasi yang diberikan mampu memberikan efek dan manfaat yang lebih baik bagi penderita diabetes melitus tipe II.

Kata Kunci: *Aerobic*, *Strengthening*, Kontrol Gula Darah, Resistensi Insulin, *Cycle Ergometers*.

Abstract

Background: Type II diabetes mellitus is a disease caused by insulin resistance due to pancreatic dysfunction, resulting in an imbalance between insulin requirements and blood sugar levels. The risk factors are due to age, obesity, alcohol, smoking, and the patient's passive lifestyle. According to researchers, aerobic and strengthening exercises is an effective treatment for people with type II diabetes mellitus to control blood sugar levels.

Objective: To determine the benefits of a combination of aerobic and strengthening exercises on blood sugar control for type II diabetes mellitus sufferers.

Methods: This study was conducted using a critical review method, namely analyzing data sources such as articles from previous journals between 2010-2020. The source of the journal analyzed is a randomized control trial and uses the PEDro Scale to assess the feasibility of a journal.

Results and Discussion: The analysis results found that 7 selected articles will be reviewed in the discussion and it is stated that the recommended exercise is a combination of aerobics with cycle ergometers, moderate intensity and moderate intensity strengthening exercises, 10 to 12 repetitions of 2 sessions per week. Aerobic administration can increase physical capacity, VO_{2max} levels, stimulation of glucose transport expression to prevent insulin resistance and glucose translocation to activate TNF- α , IL-6, and IL-10 in controlling glucose production.

Conclusion: The combination of aerobic and strengthening exercise as recommendations given can provide better effects and benefits for people with type II diabetes mellitus.

Keywords: Aerobic, Strengthening, Blood Glucose Control, Insulin Resistance, Cycle Ergometers.

1. PENDAHULUAN

Penyakit diabetes melitus tipe II merupakan penyakit yang diakibatkan karena adanya gangguan pada pankreas yang mengakibatkan terganggunya produksi insulin. Sehingga, antara insulin yang dihasilkan dengan kadar glukosa darah dalam tubuh tidak seimbang dan lamban laun akan terjadi resiko hiperglikemik akibat tertimbunnya glukosa dalam jumlah besar (Putri & Isfandiari, 2013). Adapun kasus yang terjadi terkait diabetes melitus tipe II sudah menjadi fenomena hingga sekarang yang terus berkembang. Seperti data yang dikeluarkan oleh *National Diabetes Statistics Reports* didalam (National Diabetes Report, 2020), kasus diabetes melitus tipe II terjadi peningkatan yang signifikan pada periode 1999-2016, yaitu tahun 1999-2002 dengan kenaikan sebesar 9.5%, dan periode 2013-2016 menjadi 12.0%.

Menurut beberapa studi, penyakit ini bisa ditangani dengan beberapa cara, yaitu dengan pemberian secara farmakologis, atau dengan cara non-farmakologis. Studi yang menjelaskan mengenai pemberian farmakologis yaitu dari (Simatupang, 2019), berpendapat bahwa penderita diabetes melitus tipe II

bisa diberikan obat salah satunya dari golongan metformin, biguanid, atau tolbutamid dalam pengendalian kadar gula darah. Ada juga studi yang mengemukakan bahwa upaya pengendalian kadar gula darah bisa dilakukan dengan cara non-farmakologis atau dengan latihan fisik. Seperti pendapat dari (Mirnawati *et al.*, 2019), bahwa pemberian latihan fisik mampu mengontrol kadar gula darah lebih optimal sekaligus meningkatkan fungsi kerja dari glukosa pada serat otot.

Adapun rekomendasi pemberian latihan fisik antara lain bisa diberikan kombinasi latihan *aerobic* dan *strengthening exercise*. Saran ini dijelaskan juga oleh (Siregar, 2019), dengan latihan *aerobic* mampu menjaga tekanan darah sistolik serta kontrol glikemik tubuh dengan proses metabolisme yang terjadi saat latihan diberikan. Dari (Wirawan & Griadhi, 2020) juga menjelaskan bahwa latihan *aerobic* bisa mempengaruhi tingkat kardiorespirasi berujung pada meningkatnya kebutuhan oksigen pada serat otot aktif, sehingga metabolisme tubuh yang akan diubah menjadi energi dalam sel otot terjadi. Selain *aerobic*, pemberian *strengthening exercise* secara rutin juga mampu mengurangi resiko diabetes melitus tipe II sebesar 34% lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak melakukan (Dungan, 2015). Selain itu, *strengthening exercise* juga mampu merangsang peningkatan GLUT-4 yang akan membawa glukosa dengan tujuan meningkatkan sensitivitas insulin serta mengontrol kadar gula darah saat terjadi metabolisme ketika latihan diberikan (Aggarwala *et al.*, 2016).

Dari pemaparan masalah diatas, pada dasarnya pemberian kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* memiliki peran yang sangat penting dalam upaya kontrol kadar gula darah. Akan tetapi, belum ada studi yang memaparkan secara jelas mengenai kebermanfaatan dari kombinasi latihan ini, serta apa saja metode dan bagaimana pemberian dosis latihan yang tepat agar tercapainya keefektifan dan mampu memberikan manfaat yang lebih baik bagi penderita. Dari *problem statement* yang dijelaskan, maka peneliti melakukan sebuah studi *review* untuk mencari solusi tersebut dengan dibuatnya poin permasalahan yaitu, apakah ada manfaat latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* bagi individu terhadap pengendalian glukosa darah mereka.

2. METODE

Langkah awal untuk menganalisa studi *review* ini adalah dengan dilakukannya analisa menggunakan metode *critical review*, yaitu salah satu metode dengan cara mengumpulkan artikel, jurnal, atau sumber-sumber data yang relevan dari peneliti sebelumnya terhadap studi yang diteliti. Proses pencarian sumber data baik dari artikel maupun jurnal dilakukan dengan mesin pencarian data (*search engine*). Dari pencarian data yang didapat, ditemukan sebanyak 90 artikel yang relevan, kemudian dari artikel tersebut ditelaah dan diidentifikasi, apakah kredibel dan relevan terkait topik studi. Setelah diidentifikasi, didapatkan sebesar 41 artikel yang sesuai dengan pembahasan.

Tahap selanjutnya yaitu dengan meneliti isi dari artikel yang didapat dengan menguji kelayakan dengan standar PICO, antara lain: *Pertama*, dari populasi yaitu pemenuhan syarat harus diatas 85%. *Kedua*, dari intervensi yaitu dari seluruh artikel dipastikan pasien diberikan latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* sebagai variabelnya. *Ketiga*, dari pembanding yaitu sebagai perbandingan pengaruh terhadap kelompok intervensi, seperti pemberian *aerobic* atau *strengthening exercise* saja. *Keempat*, dari *outcome* yaitu sebuah peninjauan pencapaian sebuah studi *review* yang diteliti pasca pemberian *treatment*. Setelah melakukan proses uji kriteria kelayakan pada artikel yang memenuhi syarat, maka dipilihlah sebanyak 7 artikel yang terbaik untuk dijadikan acuan dasar studi *review* ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Analisa *Review* 7 Artikel Terpilih

Hasil analisa dari 7 artikel terpilih didapatkan beberapa analisa berdasarkan faktor resiko, efektifitas latihan, peninjauan tindakan latihan, dan dari nilai *PEDro scale*. Dari faktor resiko, secara garis besar disebabkan karena: *Pertama*, gaya hidup yang pasif dari penderita (*sedentary*). *Kedua*, tingginya kadar HbA1c. *Ketiga*, Adanya gangguan hormon insulin dan reseptor substrat insulin (IRS-1) yang berakibat resistensi insulin. Secara garis besar pemberian latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise*

memberikan dampak yang lebih baik terhadap fisiologis penderita walaupun tidak selalu menghasilkan hasil yang signifikan terhadap kontrol glikemik, komposisi tubuh, profil lipid, serta kekuatan otot, tetapi metode ini mampu memberikan dampak yang positif serta guna menjaga kualitas hidup dan mencegah memperburuk resiko diabetes melitus tipe II mereka.

Berdasarkan Standar PICO, juga dapat disimpulkan bahwa kriteria populasi, dan intervensi dari setiap artikel tidak selalu sama dikarenakan tidak semua penderita memiliki faktor resiko serupa. Dari studi, ada yang mengambil populasi dari wanita saja, karena wanita memiliki resiko lebih tinggi mengidap penyakit diabetes melitus tipe II, dari nilai HbA1c (6.5% - 11.0%), memiliki gaya hidup pasif (*sedentary*), dari kadar konsentrasi glukosa darah dan riwayat penyakit dengan jangka waktu tertentu. Selain itu dari metode, pemberian latihan *aerobic* bisa dengan metode *treadmills*, atau menggunakan *cycle ergometers* sebagai bentuk latihannya. Begitu juga dengan *strengthening exercise*, ada yang bentuk latihan terfokus pada penguatan ekstremitas atas dan penguatan ekstremitas bawah atau menggunakan *elastic band (thera band)*.

Berdasarkan analisa *PEDro Scale* didapatkan, 4 artikel memiliki nilai Kuartil 1 (Q-1), 2 artikel memiliki nilai Kuartil 2 (Q-2), dan 1 artikel memiliki nilai Kuartil 3 (Q-3). Setelah melakukan evaluasi dan penilaian, didapatkan:

- 1) 7 artikel memiliki nilai eligibilitas, *baseline*, melakukan alokasi secara *random* kepada pasien, tidak ada kriteria *blinded* terhadap pasien dan terapis.
- 2) 6 dari 7 artikel menyatakan tidak melakukan alokasi *concealed*. Hanya 1 artikel yang memiliki alokasi *concealed*.
- 3) 2 dari 7 artikel yang mem-*blinded* assessor.
- 4) 1 dari 7 artikel yang standar pemenuhan pasien (minimum 85%) tidak memenuhi kriteria.
- 5) 3 dari 7 artikel, analisa *intention to treat*, tidak menjelaskan poin ini pada poin analisa statistik.

1.2 Pembahasan Mengenai 7 Artikel Terpilih

Adapun pembahasan secara spesifik dari seluruh 7 artikel terpilih yaitu pengambilan intisari dari keseluruhan artikel, rekomendasi-rekomendasi berdasarkan kriteria artikel terpilih dengan skala tertinggi, dan penjelasan mengenai efek mekanisme fisiologis berdasarkan *review* artikel yang menjadi rekomendasi dengan skala tertinggi, yaitu dari hasil latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise*. Studi juga mengungkapkan berdasarkan 7 artikel, yang menyatakan ternyata pemberian kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* memiliki hubungan yang erat terhadap kadar *hemoglobin glikat A1c* (HbA1c), reseptor substrat insulin (IRS-1), sensitivitas insulin, *inflammation levels*, VO_{2max} , dan kadar *omentin-1*.

1.3 Rekomendasi Latihan Berdasarkan Analisa 7 Artikel Terpilih

Hasil analisa studi mengenai rekomendasi latihan berdasarkan analisa 7 artikel, disimpulkan bahwa, 6 dari 7 artikel menyatakan, latihan *aerobic* menggunakan *cycle ergometers* merupakan metode latihan *aerobic* yang tepat bagi penderita. Dosis yang direkomendasikan adalah intensitas sedang yaitu sebesar 60% selama 15-20 menit, kemudian ditingkatkan menjadi 75% selama 45 menit dari *maximum heart rate* (MHR) dengan durasi program sebanyak 3x per minggu.

Sementara, 5 dari 7 artikel mengenai rekomendasi *strengthening exercise* yang tepat adalah latihan pada, 2 set latihan penguatan pada ekstremitas atas (*bench press, pull down, seated row, shoulder press*), 3 set latihan penguatan pada tungkai (*leg press, extension, flexion*), dan 2 set latihan penguatan pada *abdominal crunch* serta *back extension*. Sementara dosis yang direkomendasikan adalah intensitas sebesar 50% hingga 80% dari 1 RM, 10-12x repetisi dengan durasi program sebanyak 2 sesi per minggu. Dengan pemberian latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* berdasarkan rekomendasi latihan keduanya baik dari jenis maupun dosis, hal ini akan mempengaruhi dari fisiologis penderita itu sendiri.

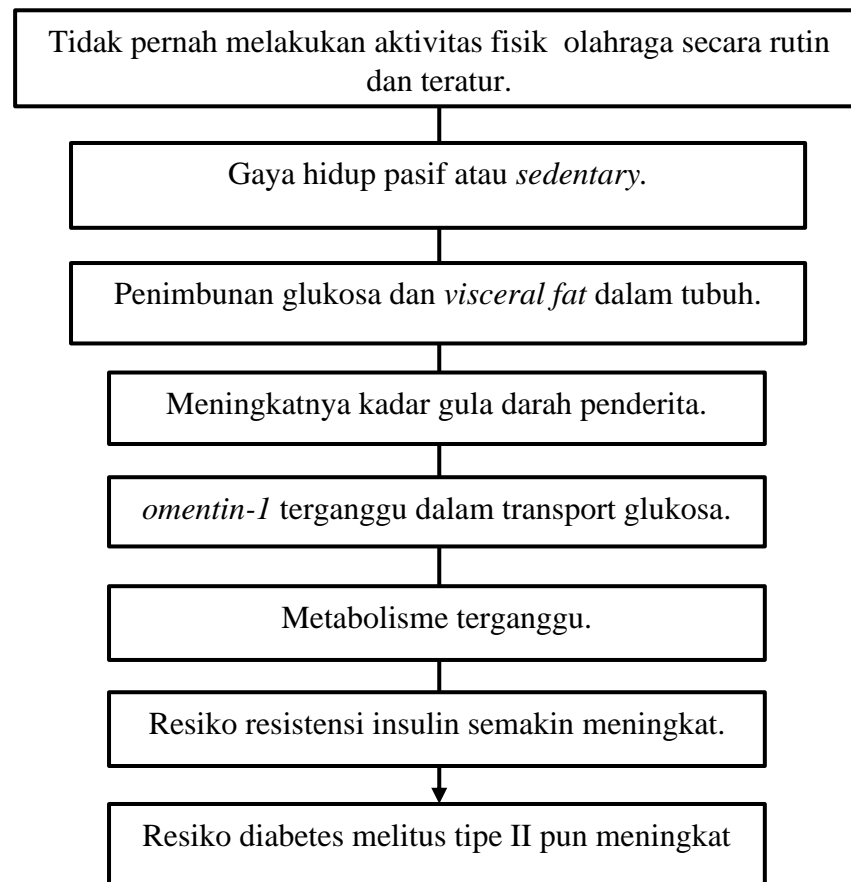
1.4 Mekanisme Fisiologis Latihan Berdasarkan Analisa 7 Artikel Terpilih

Secara mekanisme, pemberian kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* memiliki dampak dan efek yang besar terhadap fisiologis penderita. Disamping itu, ini juga tidak melupakan faktor penyebab terjadinya penyakit, salah satunya adalah dari gaya hidup pasif atau *sedentary*. Faktor gaya hidup ini telah dibahas oleh (Patterson *et al.*, 2018) dalam studinya, bahwa pola hidup pasif (*sedentary*) dapat mengundang resiko penyakit diabetes melitus tipe II, karena kurangnya aktivitas secara rutin seperti olahraga, sehingga terjadinya penimbunan *visceral fat* serta mengganggu fungsi kerja *omentin-1* yang berakibat terjadinya disfungsi metabolisme tubuh dan terjadilah resiko resistensi insulin.

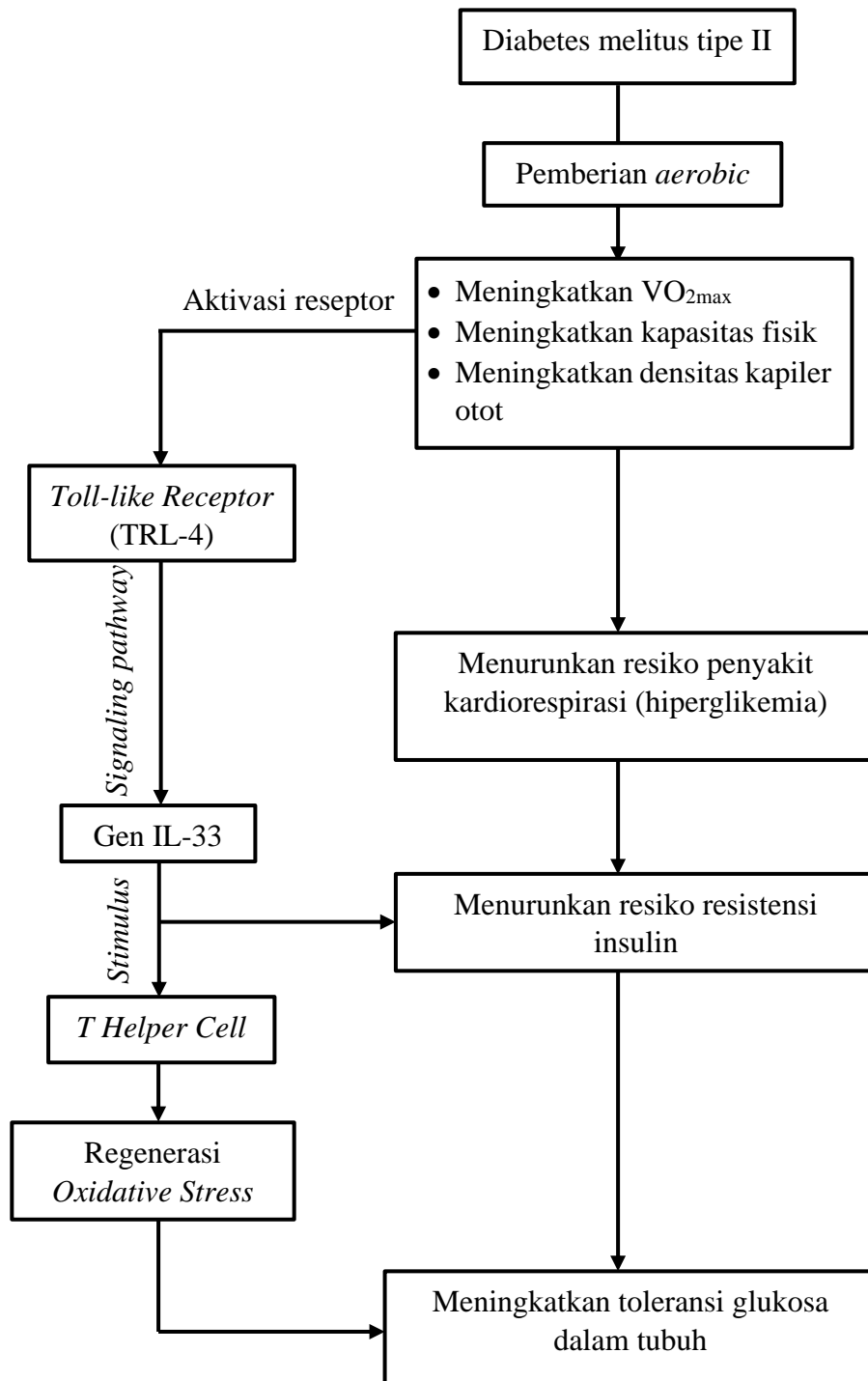
Berdasarkan resiko yang sudah dijelaskan diatas, tentu tidak lupa solusi berupa pemberian latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise*. Pemberian latihan *aerobic* ternyata mampu meningkatkan kadar VO_{2max} , kapasitas fisik, dan densitas kapiler otot. Latihan *aerobic* juga dapat menurunkan resiko terjadi penyakit kardiovaskuler seperti hiperglikemia yang dapat meningkatkan resiko resistensi insulin penderita. Mekanisme fisiologis yang terjadi yaitu ketika pemberian latihan *aerobic* diberikan, ini juga akan mengaktifasi *Toll-like Receptor* (TRL-4) yang berfungsi dalam memproduksi gen *Interleukin-33* (IL-33) sebagai jalur sinyal atau disebut juga dengan *signaling pathway* dan mekanisme sinyal ini akan menstimulus *T helper cell* dalam meregenerasi *oxidative stress* (Najafipour *et al.*, 2017). *Oxidative stress* yang muncul akan terciptanya patogenesis dari resistensi insulin, sekresi insulin, perbaikan glukosa, dan abnormalnya produksi glukosa di hepar melalui aktivasi reseptor anti inflamasi, mediator transkripsi molekul, dan *signaling pathway*. Keseluruhan faktor ini akan menurunkan resiko resistensi insulin, dan meningkatkan toleransi glukosa dalam tubuh (Rehman & Akash, 2017).

Selain latihan *aerobic*, penjelasan dalam studi menyatakan bahwa jika *aerobic* dikombinasikan dengan *strengthening exercise*, ternyata juga

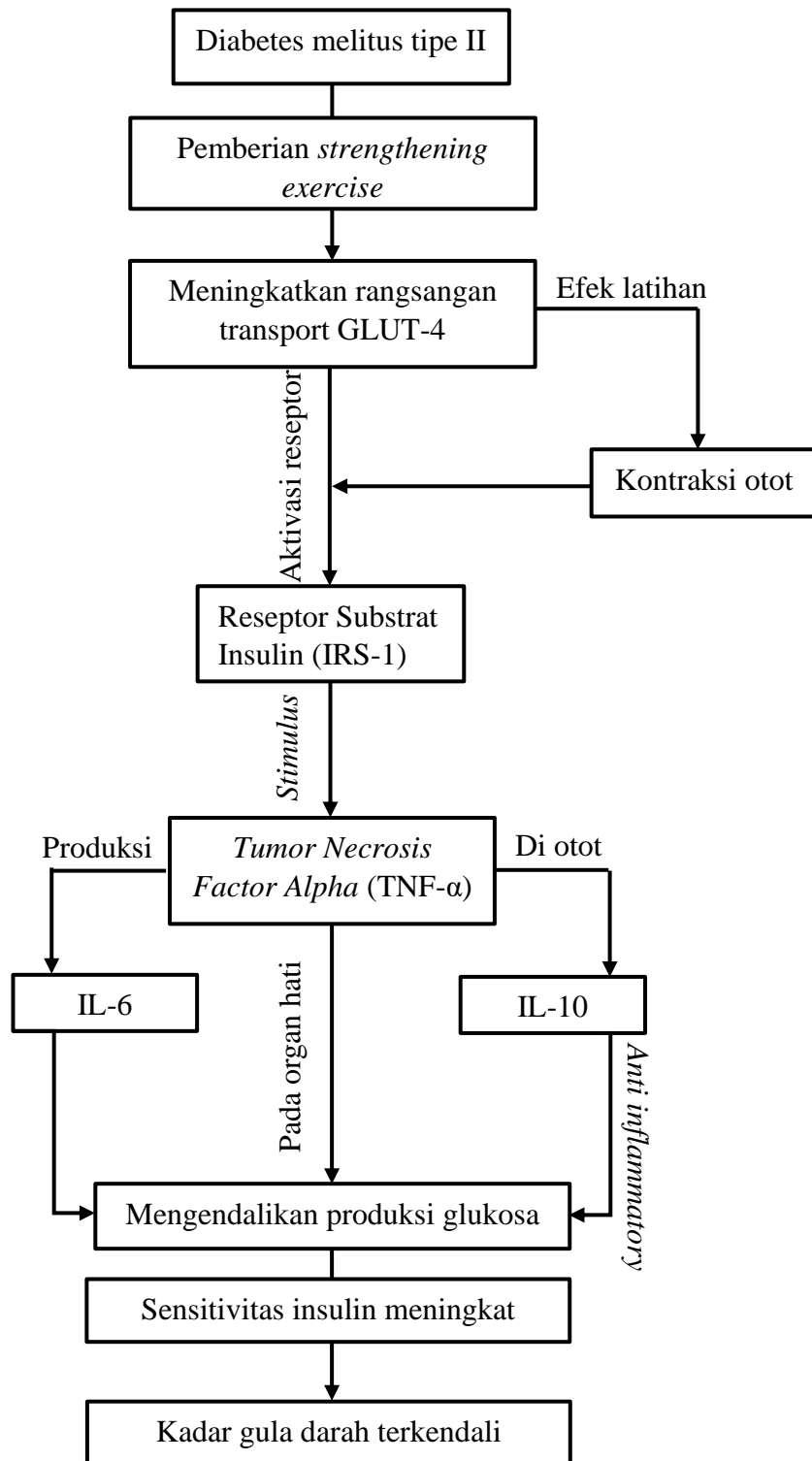
membawa peranan penting terhadap fisiologis penderita. Saat *strengthening exercise* diberikan, maka akan meningkatkan rangsangan transport GLUT-4. GLUT-4 akan mengaktivasi reseptor substrat insulin (IRS-1) ketika kontraksi otot saat latihan terjadi. IRS-1 yang teraktivasi akan menstimulus TNF- α untuk memproduksi gen *Interleukin-6* (IL-6) dan akan meningkatkan gen *anti inflammatory cytokines* yaitu *Interleukin-10* (IL-10) yang bekerja di otot. Gen ini kemudian akan mengendalikan produksi glukosa dalam hati, sehingga sensitivitas insulin meningkat dan kadar glukosa darah terkendali (Aggarwala *et al.*, 2016). Penjelasan terperinci sudah dijelaskan didalam Bagan 1 yaitu mekanisme penyebab terjadinya diabetes melitus tipe II, Bagan 2 yaitu mekanisme fisiologis *aerobic* dari 7 artikel terpilih, dan Bagan 3 yaitu mekanisme fisiologis *strengthening exercise* dari 7 artikel terpilih.



Bagan 1. Mekanisme Penyebab Diabetes Melitus Tipe II



Bagan 2. Mekanisme *Aerobic* Berdasarkan 7 Artikel



Bagan 3. Mekanisme *Strengthening Exercise* Berdasarkan 7 Artikel

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari keseluruhan analisa dari pembahasan 7 artikel terpilih bahwa, rekomendasi yang tepat bagi penderita diabetes melitus tipe II adalah dengan memberikan latihan kombinasi *aerobic* metode *cycle ergometers* dengan tingkat intensitas sedang sebesar 60% hingga 75%, selama 15 hingga 45 menit dengan durasi program sebanyak 3x per minggu, dan *strengthening exercise* dengan tingkat intensitas sebesar 50% hingga 80% dari 1 RM dengan metode 2 set latihan penguatan pada ekstremitas atas (*bench press, pull down, seated row, shoulder press*), 3 set latihan penguatan pada tungkai (*leg press, extension, flexion*), dan 2 set latihan penguatan pada *abdominal crunch* serta *back extension* sebanyak 10-12x repetisi per sesi, dengan durasi program sebanyak 2 sesi per minggu. Rekomendasi dari kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* ini mampu memberikan hasil yang efektif dan manfaat yang baik terhadap fisiologis penderita diabetes melitus tipe II, dibandingkan dengan pemberian *aerobic* atau *strengthening exercise* saja.

4.2 Saran

Bagi penulis, diharapkan ini bisa menjadi bahan pembelajaran untuk studi *review* selanjutnya dengan cara melakukan pengembangan teori yang sudah dilakukan penulis sekaligus memperdalam riset yang sudah ada kemudian dievaluasi kembali untuk studi *review* kedepannya.

Bagi peneliti, diharapkan penelitian studi *review* ini bisa dikembangkan lagi baik dari lingkup teori dan pengembangan keilmuan saat melakukan *review* dari artikel, jurnal, maupun sumber-sumber informasi yang relevan terhadap studi yang diteliti.

Bagi fisioterapis, hasil dari studi *review* ini bisa dijadikan rekomendasi teori dan referensi utama saat melakukan praktek terapi latihan kepada pasien sekaligus sebagai pembuktian, apakah rekomendasi pemberian kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* ini membawa

kebermanfaatan dan keefektifan yang lebih baik atau tidak bagi penderita diabetes melitus tipe II.

Bagi organisasi profesi, diharapkan bisa menjadi solusi serta rekomendasi latihan yang bisa disepakati bersama agar intervensi yang dilakukan bisa disesuaikan berdasarkan dosis dan jenis latihan yang direkomendasikan dari studi *review* ini, agar terciptanya keefektifan dan kebermanfaatan untuk latihan kombinasi *aerobic* dan *strengthening exercise* bagi penderita diabetes melitus tipe II.

PERSANTUNAN

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah Sang Pencipta Alam Semesta berkat karunia serta hidayah-Nya. Kemudian, ucapan terima kasih kepada Bapak Farid Rahman SSt. Ft., M.Or., Ftr., AIFO, atas bimbingannya yang begitu tulus dan sabar dalam menyelesaikan penelitian ini dengan sangat baik. Lalu, tidak lupa juga kepada ibunda saya yang terus mendukung, dan mendoakan saya dengan tulus, keluarga. serta sahabat-sahabat saya yang tidak pernah lelah menemani saya sampai detik ini. Saya sangat bersyukur atas nikmat ini atas izin Allah, tanpa mereka saya tidak akan menjadi yang seperti sekarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwala, J., Sharma, S., Jain, A., & Sarkar, A. (2016). Effects of aerobic exercise on blood glucose levels and lipid profile in Diabetes Mellitus type 2 subjects. *Al Ameen Journal of Medical Sciences*, 9(July), 65–69.
- Dungan, K. M. (2015). Management of Type 2 Diabetes Mellitus. *Endocrinology: Adult and Pediatric*, 1–2, 839-853.e2. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-18907-1.00048-2>
- Mirawati, Harliani, & Semana, A. (2019). Efektivitas Senam Aerobik Terhadap Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe Ii Di Puskesmas Mamajang Kota Makassar. *Media Keperawatan: Politeknik Kesehatan Makassar*, 9(2), 101. <https://doi.org/10.32382/jmk.v9i2.486>
- Najafipour, F., Mobasser, M., Yavari, A., Nadrian, H., Aliasgarzadeh, A., Abbasi, N. M., Niafar, M., Gharamaleki, J. H., & Sadra, V. (2017). Effect of regular exercise training on changes in HbA1c, BMI and VO₂ max among patients with type 2 diabetes mellitus: An 8-year trial. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2017-000414>

- Patterson, R., McNamara, E., Tainio, M., de Sá, T. H., Smith, A. D., Sharp, S. J., Edwards, P., Woodcock, J., Brage, S., & Wijndaele, K. (2018). Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. *European Journal of Epidemiology*, 33(9), 811–829. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0380-1>
- Putri, N., & Isfandiari, M. (2013). Hubungan Empat Pilar Pengendalian Dm Tipe 2 dengan Rerata Kadar Gula Darah. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 1(2), 234–243.
- Rehman, K., & Akash, M. S. H. (2017). Mechanism of Generation of Oxidative Stress and Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus: How Are They Interlinked? *Journal of Cellular Biochemistry*, 118(11), 3577–3585. <https://doi.org/10.1002/jcb.26097>
- Report, N. D. S. (2020). National Diabetes Statistics Report, 2020. *National Diabetes Statistics Report*, 2.
- Simatupang, A. (2019). Farmakologi klinik obat-obat Diabetes Mellitus Tipe 2. In *FK UKI, Jakarta. Jl. Mayjen Sutoyo No. 2 Cawang Jakarta 13630* (Vol. 1, Issue). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Siregar, L. M. (2019). Latihan Fisik Senam Aerobik Terhadap Perubahan Kadar Glukosa Darah Pada Dm Tipe II. *Journal of Midwifery*, 1(2), 72–78.
- Wirawan, K. S., & Griadhi, I. P. A. (2020). Perbedaan olahraga aerobik intensitas sedang dan High-Intensity Interval Training (HIIT) terhadap kebugaran fisik pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana , Bali , Indonesia. 11(1), 205–210. <https://doi.org/10.15562/ism.v11i1.535>