

## KOMBINASI *AEROBIC* DAN *RESISTANCE TRAINING* TERHADAP KONTROL GLUKOSA DARAH PADA PASIEN DIABETES MELITUS (DM)

I Putu Adi Suryawan<sup>1</sup>, Debie Dahlia<sup>2</sup>, Dhika Ayu Kurnia<sup>3</sup>  
Universitas Indonesia<sup>1,2,3</sup>  
adisuryawanpt@gmail.com<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi *aerobic* dan *resistance training* terhadap kontrol glukosa darah pada pasien DM. Metode yang digunakan adalah *systematic review* pada *database Scopus, Embase, EBSCO, ScienceDirect* dan *ProQuest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *aerobic training* yang dilakukan 5-6 kali per minggu (150 jam perminggu) dengan berlari atau bersepeda dan *resistance training* yang dilakukan 2-3 kali per minggu (8–10 latihan setiap sesi) menggunakan beban, *resistance band* ataupun beban tubuh memberikan dampak positif pada kontrol glukosa darah. Simpulan, kombinasi *aerobic* dan *resistance training* yang dilakukan dengan frekuensi, durasi, intensitas dan repetisi yang sesuai anjuran mampu meningkatkan kontrol glikemik pada pasien DM dengan indikator kestabilan gula darah dan HbA1c.

Kata Kunci: *Aerobic Training*, DM, Glukosa Darah, *Resistance Training*

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the effect of a combination of aerobic and resistance training on blood glucose control in DM patients. The method used is a systematic review of the Scopus, Embase, EBSCO, ScienceDirect and ProQuest databases. The results showed that aerobic training carried out 5-6 times per week (150 hours per week) by running or cycling and resistance training performed 2-3 times per week (8-10 exercises per session) using weights, resistance bands, or body weights provided a positive impact on blood glucose control. In conclusion, the combination of aerobic and resistance training performed with the recommended frequency, duration, intensity and repetition can improve glycemic control in DM patients with indicators of blood sugar stability and HbA1c.*

Keywords: *Aerobic Training*, DM, Blood Glucose, *Resistance Training*

### PENDAHULUAN

Masa pandemi Covid 19 menuntut masyarakat untuk mengurangi aktivitas di luar rumah. Hal ini akan berisiko menyebabkan penurunan aktivitas fisik pasien Diabetes Melitus (DM) yang secara tidak langsung memicu berbagai komplikasi baik akut maupun kronis. Kurangnya aktivitas fisik akan menyebabkan penurunan sensitivitas sel terhadap insulin sehingga menyebabkan penurunan kontrol gula darah (*Glycaemic Control*) serta meningkatkan potensi pasien untuk mengalami kondisi hiperglikemia (Setyawati et al., 2020). Pasien DM khususnya DM tipe 2 memiliki sel beta yang tidak

dapat mengkompensasi peningkatan resistensi insulin, sehingga menyebabkan terjadinya hiperglikemia (Johansen et al., 2020). Studi terbaru menunjukkan bahwa penurunan berat badan akibat diet tanpa disertai dengan peningkatan aktivitas fisik dapat menyebabkan remisi DM tipe 2. Latihan (*training*) telah terbukti meningkatkan sensitivitas insulin perifer pada individu DM dengan indikator peningkatan kontrol glikemik yang diukur dengan HbA1c (Dela et al., 2019; Johansen et al., 2020).

*International Diabetes Federation* (IDF) tahun 2019 mengkonfirmasi sebanyak 463 juta orang antara umur 20-79 tahun menderita DM. Di Indonesia tahun 2020 terdapat 10.681.400 (6,2%) penderita DM dari 172.244.700 populasi dewasa (*International Diabetes Federation*, 2020). Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menunjukkan prevalensi DM mengalami peningkatan dari tahun 2013 sebanyak 6,9% menjadi 8,5% pada tahun 2018 (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Dampak kontrol gula darah yang tidak tertangani dengan baik akan menyebabkan kondisi hiperglikemia kronis yang memicu gangguan pada sirkulasi yang berujung pada komplikasi mikrovaskuler dan makrovaskuler, diantaranya *Peripheral Arterial Disease* (PAD), neuropati perifer, ulkus kaki diabetes atau *Diabetic Foot Ulcer* (DFU), kerusakan ginjal, gangguan kardiovaskuler, dan gangguan serebrovaskuler (Bonora et al., 2020). Reusch et al., (2018) menjelaskan bahwa latihan yang direkomendasikan pada pasien DM minimal terdiri dari kombinasi 2 jenis latihan. Adapun jenis latihan yang direkomendasikan untuk pasien DM yaitu *aerobic*, *resistance* dan *flexibility & balance*. Pentingnya latihan fisik pada pasien DM adalah untuk meningkatkan sensitivitas sel terhadap insulin, meningkatkan sensitivitas dan responsivitas terhadap pembuangan glukosa yang dimediasi insulin serta menghambat produksi glukosa hati (Kumar et al., 2019).

*Resistance Training* (RT) dan *Aerobic Training* (AT) merupakan latihan fisik yang direkomendasikan dan berfungsi dalam meningkatkan efektivitas insulin, menurunkan kerja pankreas, serta mencegah perkembangan pra diabetes menuju diabetes (Seyedizadeh et al., 2020). Penelitian Yan et al., (2019) tentang kombinasi antara AT dan RT menunjukkan hasil berupa perbaikan yang signifikan pada kontrol glikemik pasien, peningkatan adipositas, dan perbaikan fungsi muskuloskeletal. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Chen et al., (2020) dan Hsieh et al., (2018) bahwa *resistance exercise* yang tidak dikombinasikan dengan latihan lain tidak memberikan dampak terhadap status glikemik dan sirkulasi pasien, sehingga diperlukan kombinasi dari minimal dua jenis latihan fisik. Kontrol glukosa (*glycaemic control*) yang tidak efektif juga akan mempercepat perkembangan neuropati diabetik pada pasien dengan DM (Feldman et al., 2019).

Pengontrolan gula darah pada pasien DM melalui latihan fisik berupa kombinasi RT dan AT dapat mencegah gangguan sirkulasi akibat kondisi hiperglikemia kronis, sehingga resiko DFU maupun remisi DFU dapat ditekan. DFU dapat menyebabkan peningkatan biaya perawatan dan menurunkan kualitas hidup pasien dimana angka kekambuhan dan kegagalan penyembuhan dari DFU merupakan alasan utama pasien menjalani rawat inap, amputasi, kecacatan bahkan kematian (Najafi et al., 2020; Shoji et al., 2021).

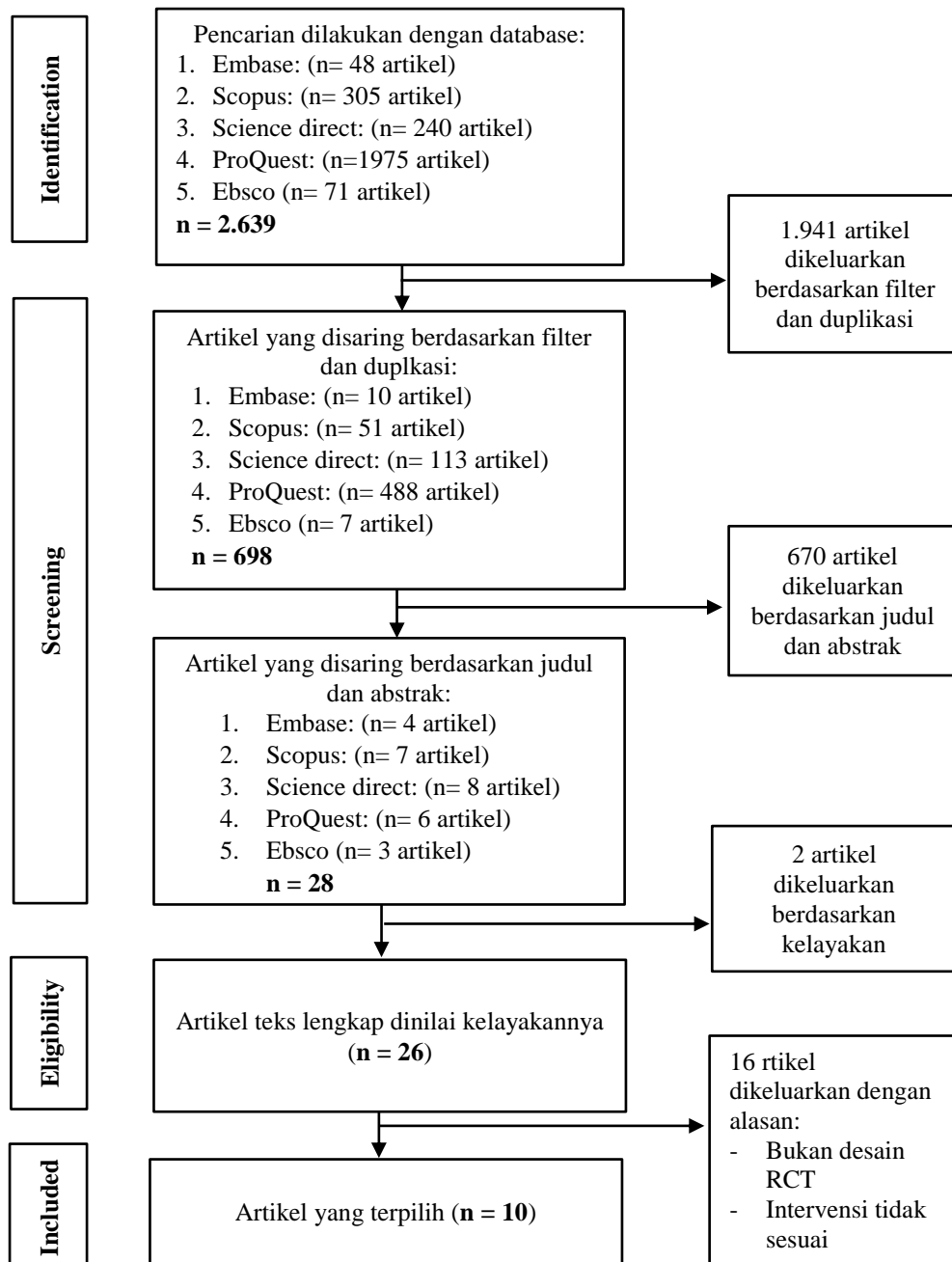
Penelitian terkait latihan fisik pada pasien DM sudah banyak ditemukan, namun sejauh ini belum ada kajian mendalam tentang efektivitas kombinasi latihan fisik dengan menggunakan desain RCT (*Randomized Controlled Trial*) terkait penanganan pada kasus akut dan kronis, frekuensi dan durasi pelaksanaannya. Oleh karena itu, peneliti melakukan studi tersebut melalui *systematic review* tentang manfaat kombinasi

*aerobic* dan *resistance training* dalam meningkatkan kontrol glikemik pada pasien DM. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa acuan dalam menentukan jenis latihan fisik yang tepat pada pasien DM, sehingga dapat mencegah komplikasi mikrovaskuler dan makrovaskuler.

## **METODE PENELITIAN**

Proses pemilihan dan seleksi artikel menggunakan metode *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses* (PRISMA). Proses penyeleksian artikel yang sesuai dengan tujuan penelitian melewati tahapan proses pencarian melalui kata kunci “Diabetes Mellitus” AND “*Aerobic Training*” OR “*Aerobic Exercise*” OR “*Resistance Training*” OR “*Resistance Exercise*” AND “*Glycaemic Control*” OR “*Glucosa Control*” OR “*Blood Sugar*”. Database yang digunakan sebanyak 4 database yaitu *Scopus*, *Embase*, *EBSCO* dan *ProQuest* yang diterbitkan pada tahun 2016 - 2021. Pemilihan artikel dilakukan analisis dan sintesis berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi pemilihan artikel yang digunakan yaitu populasi pasien DM tipe I, DM Tipe II, Prediabetes dan Diabetes Gestasional, kriteria umur lebih dari 19 tahun, penelitian pada manusia, menggunakan bahasa inggris dan tipe publikasi adalah *article full text* beserta jurnal akademik. Pencarian artikel dilakukan pada bulan November-Desember 2021.

Berdasarkan pencarian awal yang berasal dari empat database diperoleh artikel sebanyak 2.639 artikel, selanjutnya dipilih artikel berdasarkan kriteria inklusi sehingga diperoleh 698 artikel. Hasil pemilihan artikel tersebut disaring berdasarkan kesesuaian judul dan abstrak sehingga diperoleh hasil sebanyak 28 artikel. Jumlah artikel yang digunakan dalam penelitian ini yang memenuhi studi kelayakan dan berdesain RCT sebanyak 10 artikel. Sebelum memperoleh hasil analisis dari berbagai artikel, maka peneliti melakukan identifikasi artikel dengan menggunakan tabel yang berisi judul artikel, *author* dan tahun penulisan, metode dan hasil penelitian. Adapun urutan pencariannya disajikan dalam gambar berikut.



Gambar. 1  
Diagram Flow (PRISMA)

## HASIL PENELITIAN

Hasil *review* artikel dari beberapa studi penelitian yang memenuhi kriteria disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel. 1 Hasil *Review* Artikel

Identitas Jurnal	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Ranasinghe, C., Devage, S., Constantine, G. R., Katulanda, P., Hills, A. P., & King, N. A. (2021). Glycemic and cardiometabolic effects of exercise in South Asian Sri Lankans with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial Sri Lanka Diabetes Aerobic and Resistance Training Study.	<i>Randomized Controlled Trial (RCT) with Parallel-Group Design</i>	Latihan dilakukan selama 75 menit pada setiap sesi, 2 kali seminggu dalam 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan HbA1c, penurunan serum lipid, enzim hati, pertanda inflamasi kronis, antropometri dan tekanan darah dibandingkan kelompok kontrol.
Wrobel, M., Rokicka, D., Goła, A., Drozd, M., & Nowowiejska-wiewi, A. (2021). Combined Aerobic and Resistance Training Performed under Conditions of Normobaric Hypoxia and Normoxia has the Same Impact on Metabolic Control in Men with Type 1 Diabetes.	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Setiap sesi pelatihan terdiri dari 10 set, 1 menit latihan treadmill aerobic dan 10 pengulangan latihan resistensi dengan beban 50% (barbell bench press dan barbell front raise). Latihan dua kali seminggu selama 6 minggu. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perubahan nilai HbA1c yang signifikan, profil glikemia yang lebih stabil selama pelatihan, terjadi peningkatan VO <sub>2</sub> max (konsumsi oksigen maksimal) dan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap parameter kardiologis dan antropometrik.
Seyedizadeh, S. H., Cheragh-Birjandi, S., & Hamed Nia, M. R. (2020). The Effects of Combined Exercise Training (Resistance-Aerobic) on Serum Kinesin and Physical Function in Type 2 Diabetes Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy (Randomized Controlled Trials).	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Resistance exercise dilakukan 2-3 set dengan 6-7 latihan dan 8-12 repetisi serta aerobic exercise dilakukan selama 3 menit dan 5-10 repetisi. Hasil menunjukkan terjadi peningkatan kekuatan tubuh bagian bawah dan penurunan neuropati perifer.
Johansen, M. Y., Karstoft, K., MacDonald, C. S., Hansen, K. B., Ellingsgaard, H., Hartmann, B., Wewer Albrechtsen, N. J., Vaag, A. A., Holst, J. J., Pedersen, B. K., & Ried-Larsen, M. (2020). Effects	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Intervensi gaya hidup intensif terdiri dari sesi latihan aerobik yang berlangsung 5-6 kali per minggu, dikombinasikan dengan sesi latihan resistensi 2-3 kali per minggu. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh terhadap glycaemic control yaitu terdapat pengaruh terhadap HbA1c serta

<p>of an Intensive Lifestyle Intervention on The Underlying Mechanisms of Improved Glycaemic Control in Individuals With Type 2 Diabetes: A Secondary Analysis of A Randomised Clinical Trial.</p>		<p>tidak terdapat pengaruh terhadap glukosa puasa dan HOMA IR (Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance).</p>
<p>Yuan, X., Dai, X., Liu, L., Hsue, C., Miller, J. D., Fang, Z., Li, J., Feng, J., Huang, Y., Liu, C., Shen, J., Chen, T., Liu, Y., Mordes, J., &amp; Lou, Q. (2020). Comparing The Effects Of 6 Months Aerobic Exercise and Resistance Training on Metabolic Control and B-Cell Function in Chinese Patients with Prediabetes: A Multicenter Randomized Controlled Trial.</p>	<p><i>Randomized Controlled Trial</i></p>	<p>RT dilakukan dengan 13 latihan resistensi yang berbeda per sesi menggunakan tali elastis. AT dilakukan dengan latihan aerobik pada 60%-70% dari batas maksimum kecepatan. Latihan tiga kali per minggu untuk jangka waktu 6 bulan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan HbA1c dan HOMA-IR lebih baik dibandingkan kelompok kontrol.</p>
<p>Yan, J., Dai, X., Feng, J., Yuan, X., Li, J., Yang, L., Zuo, P., Fang, Z., Liu, C., Hsue, C., Zhu, J., Miller, J. D., &amp; Lou, Q. (2019). Effect of 12-Month Resistance Training on Changes in Abdominal Adipose Tissue and Metabolic Variables in Patients with Prediabetes: A Randomized Controlled Trial.</p>	<p><i>Randomized Controlled Trial</i></p>	<p>Pelatihan 3 hari/minggu dengan 13 sesi latihan dan 50 menit resistensi. Glukosa plasma puasa menurun signifikan pada kelompok Resistance Training (RT) dan Aerobik Training (AT). Ada perbedaan yang signifikan dalam jumlah prediabetes yang dikonversi menjadi diabetes antara AT dan RT, dibandingkan dengan kelompok kontrol. Tidak ada perbedaan signifikan terhadap lipid profile, indeks massa tubuh, glukosa 2 jam postprandial dan HbA1c pada seluruh kelompok.</p>
<p>Banitalebi, E., Kazemi, A. R., Faramarzi, M., Nasiri, S., &amp; Haghghi, M. M. (2019). Effects of Sprint Interval or Combined Aerobic and Resistance Training on Myokines in Overweight Women with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Trial.</p>	<p><i>Randomized Controlled Trial</i></p>	<p>Latihan pada kelompok Sprint Interval Training (SIT) menggunakan ergometer siklus. Latihan pada kelompok A+R (Aerobic dan Resistance) yaitu bersepeda/treadmill dan angkat beban berlangsung selama 10 minggu dimana peserta berolahraga tiga kali per minggu selama 50 menit. Tidak ada pengaruh kedua latihan terhadap myokine. Terdapat pengaruh latihan pada kelompok kombinasi latihan aerobik dan resistensi (A+R) dan kelompok SIT terhadap glukosa puasa, HbA1c, sensitivitas insulin, berat badan dan indeks massa tubuh.</p>

Sklempe Kocic, I., Ivanisevic, M., Biolo, G., Simunic, B., Kocic, T., & Pisot, R. (2018). Combination of a Structured Aerobic And Resistance Exercise Improves Glycaemic Control in Pregnant Women Diagnosed with Gestational Diabetes Mellitus. A Randomised Controlled Trial.	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Latihan dilakukan dua kali per minggu dengan durasi 50-55 menit. Latihan aerobik (20 menit), latihan resistensi (20-25 menit), latihan panggul dan peregangan, dan periode relaksasi untuk mengakhiri sesi (10 menit). Perawatan antenatal standar untuk gestasional DM dan program olahraga yang diawasi secara teratur. Hasil penelitian menunjukkan kelompok eksperimen memiliki kadar glukosa postprandial yang lebih rendah pada akhir kehamilan. Tidak ada perbedaan glukosa puasa yang signifikan antara kelompok pada akhir kehamilan.
Bassi, D., Mendes, R. G., Arakelian, V. M., Caruso, F. C. R., Cabiddu, R., Júnior, J. C. B., Arena, R., & Borghi-Silva, A. (2016). Potential Effects on Cardiorespiratory and Metabolic Status After a Concurrent Strength and Endurance Training Program in Diabetes Patients: A Randomized Controlled Trial.	<i>Randomized Controlled Trial</i>	Program CART (Concurrent Aerobic and Resistance Training) dilakukan selama 1 jam (aerobik 30 menit dan 30 menit resistensi). Latihan dilakukan tiga kali/minggu selama 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh CART terhadap HbA1c, penurunan kolesterol dan penurunan tekanan darah sistolik.
Gordon, B. A., Bird, S. R., MacIsaac, R. J., & Benson, A. C. (2016). Does a Single Bout of Resistance or Aerobic Exercise After Insulin Dose Reduction Modulate Glycaemic Control in Type 2 Diabetes? A Randomised Cross-Over Trial	<i>Randomised Cross-Over Trial (Randomisasi Alokasi)</i>	Satu sesi resistensi (bench press, leg press, lateral pull-down, unilateral leg extension, 8–10 repetisi, 70% 1RM) dan latihan aerobik (30 menit bersepeda, 60% dari volume O <sub>2</sub> maksimal). Hasil penelitian menunjukkan glukosa darah meningkat (0–2 jam) setelah latihan resistensi dan aerobik, dan stabil mengalami penurunan pada 10-12 jam dan 22-24 jam post latihan.

Berdasarkan hasil *review* artikel pada tabel 1, terlihat bahwa rata-rata kombinasi latihan *aerobic* dan *resistance* dilakukan sebanyak 2-3 kali per minggu, kecuali latihan *aerobic* tunggal tanpa kombinasi dilakukan 5-6 kali per minggu. Adapun latihan *resistance* direkomendasikan 2-3 kali per minggu dengan rata-rata durasi latihan setiap sesi adalah 30 menit. Secara umum, latihan *aerobic* dilakukan dengan cara *treadmill* dan bersepeda, sedangkan *resistance training* dilakukan latihan dengan tali elastis, beban tubuh dan latihan alat beban. Selain itu, hasil *literature review* juga memperlihatkan bahwa terdapat 5 jurnal yang menjelaskan adanya pengaruh kombinasi *aerobic* dan *resistance training* terhadap HbA1c dan glukosa darah, 2 artikel menyatakan tidak terdapat pengaruh terhadap HbA1c dan 2 artikel menjelaskan pengaruh terhadap HOMA IR (*Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance*),

serta pengaruh lain yaitu penurunan kadar kolesterol, tekanan darah, berat badan, indeks massa tubuh, gejala neuropati dan pertanda inflamasi.

## PEMBAHASAN

HbA1c adalah parameter biokimia yang digunakan untuk memeriksa kontrol glikemik jangka panjang. Peningkatan HbA1c dikaitkan dengan penurunan fungsi dan aktivitas mitokondria dan otot rangka individu dengan DM. Peningkatan volume oksigen maksimal (VO<sub>2</sub>max) dengan latihan olahraga disebabkan karena peningkatan kapasitas dan massa mitokondria di otot rangka sehingga terjadi penurunan HbA1c yang lebih rendah dihasilkan dari aktivitas mitokondria yang lebih tinggi di otot rangka (Jiménez-Maldonado et al., 2020). Olahraga teratur adalah landasan pengobatan diabetes. *American Diabetes Association* (ADA) merekomendasikan orang dewasa dengan tipe Diabetes Tipe 1 dan 2 (T2D) harus melakukan aktivitas fisik intensitas sedang selama 150 menit perminggu atau lebih ditambah latihan ketahanan (*resistance training*) dua kali per minggu (American Diabetes Association, 2019). Latihan ini berperan dalam menurunkan tekanan darah, meningkatnya sensitivitas insulin, dan kontrol glukosa, meningkatkan profil lipoprotein dan memainkan peran penting dalam manajemen berat badan, bahkan bukti yang lebih baru menunjukkan bahwa *aerobic training* volume sedang hingga tinggi mampu menurunkan komplikasi kardiovaskular secara signifikan (Wahl et al., 2018).

Latihan yang dianjurkan pada pasien DM adalah aktivitas sedang dengan intensitas 50-70% dari denyut nadi maksimal pasien. Pada pasien DM tanpa disertai kontraindikasi seperti osteoarthritis maka direkomendasikan untuk melakukan *resistance training* yang dikombinasikan dengan beban dan interval 2-3 kali dalam seminggu atau disesuaikan dengan kondisi pasien (Reusch et al., 2018). Menurut Minnock et al., (2020) *resistance training* yang direkomendasikan adalah sebanyak 8–10 latihan dengan penyelesaian 1-3 set dan 10-15 pengulangan. Pada *aerobic training* latihan yang dianjurkan adalah 5-6 kali dalam seminggu (setiap sesi 30-45 menit dengan total 150 menit perminggu dimana jeda waktu latihan yang disarankan yaitu kurang dari 2 hari) atau untuk orang dewasa yang dapat berlari dan tanpa komplikasi maka dianjurkan 6 mil per jam (9,7 km/jam) selama 25 menit atau 75 menit/minggu. Perlu menjadi perhatian bahwa aktivitas harian pasien tidak termasuk dalam kategori latihan fisik (Johansen et al., 2020).

Pelaksanaan *aerobic* dan *resistance training* memiliki intensitas latihan yang sedang, frekuensi dan durasi yang tepat, serta repetisi yang memberikan dampak perlindungan terhadap stres oksidatif, meningkatkan respon antioksidan melalui penurunan lipid peroksidasi yang mampu mencegah timbulnya *Malondialdehyde* (MDA). MDA adalah suatu senyawa peroksidasi lipid yang muncul akibat radikal bebas saat menjalani latihan dengan intensitas tinggi yang memiliki efek samping merusak endotel pembuluh darah. Hal ini berbeda dengan kombinasi *aerobic* dan *resistance training* yang lebih minimal menyebabkan pengeluaran radikal bebas (Zembron-Lacny et al., 2019). Selain itu kombinasi *aerobic* dan *resistance training* merangsang bioaktivitas NO (*Nitric Oksida*) yang berpotensi menurunkan dampak dari stress oksidatif pada endotel pembuluh darah akibat kondisi hiperglikemia kronis pada pasien DM (Magalhães et al., 2019; Reusch et al., 2018).

Hasil analisis dari 10 artikel menunjukkan bahwa terdapat 5 artikel yang mendukung penurunan HbA1c dan penurunan glukosa plasma puasa pada pasien DM baik glukosa puasa maupun *postprandial*, sedangkan terdapat dua artikel yang tidak



mendukung hasil ini, yaitu pada penelitian Wrobel et al., (2021) dan Yan et al., (2019) tidak ditemukan perbedaan signifikan kadar perubahan HbA1c pada kelompok kontrol dan intervensi. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena perbedaan frekuensi latihan yang belum sesuai pada penelitian ini yaitu latihan hanya dilakukan selama dua kali seminggu selama 6 minggu, dimana ideal pelaksanaan *aerobic training* adalah 5-6 kali perminggu dan *resistance training* 2-3 kali perminggu dan efektivitas latihan akan terlihat setelah 8 minggu (Johansen et al., 2020; Silva et al., 2021). Sementara penelitian Yan et al., (2019) menunjukkan bahwa HbA1c yang tidak signifikan berbeda antar kelompok kemungkinan disebabkan karena subjek yang digunakan adalah pasien prediabetes, sehingga nilai HbA1c di awal pada setiap kelompok sudah terlihat normal dan tidak ada perbedaan, selain itu pada pasien prediabetes sensitivitas sel terhadap insulin masih dapat ditolerir sehingga perbedaan aktivitas tidak terlalu berdampak pada kontrol gula darah (Winding et al., 2018).

Peningkatan kontrol glikemik dengan indikator penurunan HbA1c dan kestabilan gula darah didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Jiménez-Maldonado et al., (2020) yang menunjukkan bahwa *aerobic training* menggunakan *ergometer Sprint Interval Training* (SIT) dikombinasikan dengan pelatihan resistensi (*resistance training*) mampu menurunkan HbA1c dan meningkatkan VO<sub>2</sub>max. Hasil penelitian yang sama ditunjukkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Holzer et al., (2021), dimana dilakukan latihan *resistance* dengan dan tanpa elektromyostimulasi dan latihan *aerobic* dengan bersepeda, dimana setiap durasi latihan selama 20 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan masing-masing latihan yang terpisah terhadap kadar glukosa darah. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa untuk memperoleh hasil latihan yang maksimal maka dapat dikombinasikan dengan beberapa latihan.

Sesuai dengan rekomendasi dari ADA bahwa latihan pada pasien DM minimal mengkombinasikan 2 dari 4 jenis latihan fisik yang direkomendasikan yaitu aerobik, *resistance* dan *flexibility (stretching)* dan *balance exercise*, maka pelaksanaan salah satu jenis latihan fisik dalam waktu yang singkat kemungkinan tidak memberikan hasil yang maksimal. Hal ini dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan oleh Searle et al., (2019) yang menyatakan bahwa pelaksanaan satu jenis latihan fisik yaitu *stretching exercises* dengan jenis latihan *calf muscle stretching* tidak signifikan meningkatkan rentang gerak pergelangan kaki dan tekanan plantar pada pasien DM. Hasil penelitian yang sama juga dilakukan oleh Chen et al., (2020) dan Hsieh et al., (2018) dimana *resistance exercise* yang tidak dikombinasikan dengan latihan lain tidak memberikan dampak pada status glikemik (HbA1c) dan sirkulasi pasien, sehingga diperlukan *exercise* yang mengkombinasi minimal dua jenis *exercise*.

*Aerobic exercise* memberikan kontribusi dalam meningkatkan sensitivitas sel terhadap insulin dan meningkatkan median *Sub Sarcolemmal* (SS) miofibril. Hal ini akan memberikan manfaat berupa bertambahnya kapasitas oksidatif, penurunan akumulasi laktat, dan penurunan produksi ROS (*Reactive Oxygen Species*). Selain itu juga dapat memberikan Efek sistemik pada sistem kardiovaskuler melalui peningkatan *cardiac output* serta berpotensi mempengaruhi *Skeletal Muscle Blood Flow* (SMBF) melalui peningkatan volume oksigen darah (Reusch et al., 2018; Wahl et al., 2018). *Resistance training* berpotensi meningkatkan massa otot dan jaringan adiposa yaitu adiponektin yang merupakan protein anti-inflamasi yang meningkatkan sensitivitas insulin, meningkatkan transport glukosa menuju otot rangka melalui protein GLUT4

(*Glucose Transporter*), serta peningkatan fungsi dan konten mitokondria (Reusch et al., 2018; Zilliox & Russell, 2020).

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil review artikel yang peneliti lakukan, kombinasi *aerobic* dan *resistance training* memberikan manfaat dalam menurunkan komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular terkait dengan kondisi hiperglikemia kronis. Latihan fisik (*training/exercise*) yang dilakukan dengan tepat dalam hal tipe, frekuensi, durasi, intensitas dan progresifitas akan memberikan manfaat yang maksimal dalam meningkatkan kontrol kestabilan gula darah pada pasien DM. Pelaksanaan latihan fisik tersebut tidak terlepas dari peran perawat dalam melakukan supervisi pelaksanaan latihan dan mencegah efek samping latihan seperti kondisi hipoglikemi, cedera maupun nyeri selama latihan, sehingga edukasi *pra training* perlu diberikan untuk menghindari terjadinya efek samping yaitu dengan cara menyediakan gula sederhana untuk pertolongan hipoglikemia, melakukan pengecekan gula darah sebelum latihan, dan melakukan pemanasan sebelum latihan.

## SIMPULAN

Kombinasi *aerobic dan resistance training* yang dilaksanakan dengan frekuensi, durasi, intensitas, repetisi yang sesuai dapat meningkatkan kontrol glikemik pada pasien DM dengan indikator kestabilan gula darah dan HbA1c.

## SARAN

Pelaksanaan kombinasi *aerobic dan resistance training* perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam terkait dengan frekuensi, intensitas dan durasi pelaksanaannya, hal ini berkaitan dengan adanya variasi frekuensi, intensitas dan durasi pelaksanaan latihan ini dari beberapa artikel, sehingga nantinya dapat dijadikan pedoman dalam pelaksanaan latihan pada pasien DM. Kepada perawat dan keluarga dapat melakukan edukasi dan supervisi terhadap pelaksanaan latihan ini sehingga resiko cedera akibat latihan dapat dicegah, selain itu pengecekan gula darah sebelum dan setelah latihan penting untuk dilakukan.

Pelaksanaan *aerobic dan resistance training* pada pasien DM memerlukan supervisi baik dari petugas kesehatan maupun dari keluarga dan edukasi pencegahan dan penanganan kasus hipoglikemia. Pelaksanaan latihan pada pasien DM perlu mengkombinasikan minimal 2 jenis latihan fisik, sehingga dampaknya terhadap kontrol glikemik dapat dimaksimalkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association. (2019). *American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes-2019 Guidelines Update*. <https://www.piedmont.org/media/file/PAR-CME-Diabetes-Blair-ADA-Update-2019.pdf>
- Bonora, E., Trombetta, M., Dauriz, M., Travia, D., Cacciatori, V., Brangani, C., Negri, C., Perrone, F., Pichiri, I., Stoico, V., Zoppini, G., Rinaldi, E., Da Prato, G., Boselli, M. L., Santi, L., Moschetta, F., Zardini, M., & Bonadonna, R. C. (2020). Chronic Complications in Patients with Newly Diagnosed Type 2 Diabetes: Prevalence and Related Metabolic and Clinical Features: The Verona Newly Diagnosed Type 2 Diabetes Study (VNDS) 9. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 8(1), 1-7. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2020-001549>
- Chen, S. M., Shen, F. C., Chen, J. F., Chang, W. D., & Chang, N. J. (2020). Effects of

- Resistance Exercise on Glycated Hemoglobin and Functional Performance in Older Patients with Comorbid Diabetes Mellitus and Knee Osteoarthritis: A Randomized Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010224>
- Dela, F., Ingersen, A., Andersen, N. B., Nielsen, M. B., Petersen, H. H. H., Hansen, C. N., Larsen, S., Wojtaszewski, J., & Helge, J. W. (2019). Effects of One-Legged High-Intensity Interval Training on Insulin-Mediated Skeletal Muscle Glucose Homeostasis in Patients With Type 2 Diabetes. *Acta Physiologica*, 226(2), 1-18. <https://doi.org/10.1111/apha.13245>
- Feldman, E. L., Callaghan, B. C., Pop-busui, R., Zochodne, D. W., Wright, D. E., Bennett, D. L., Bril, V., Russell, J. W., & Viswanathan, V. (2019). Diabetic Neuropathy. *Nature Reviews Disease Primers*, 5(41), 1-18. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0092-1>
- Holzer, R., Schulte-körne, B., Seidler, J., Predel, H. G., & Brinkmann, C. (2021). Effects of Acute Resistance Exercise with and without Whole-Body Electromyostimulation and Endurance Exercise on the Postprandial Glucose Regulation in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Crossover Study. *Nutrients*, 13(12), 1-12. <https://doi.org/10.3390/nu13124322>
- Hsieh, P. L., Tseng, C. H., Tseng, Y. J., & Yang, W. S. (2018). Resistance Training Improves Muscle Function and Cardiometabolic Risks but Not Quality of Life in Older People with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 41(2), 65–76. <https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000107>
- International Diabetes Federation (2020). *Diabetes Atlas*. <https://idf.org/our-network/regions-members/western-pacific/members/104-indonesia.html>
- Jiménez-Maldonado, A., García-Suárez, P. C., Rentería, I., Moncada-Jiménez, J., & Plaisance, E. P. (2020). Impact of High-Intensity Interval Training and Sprint Interval Training on Peripheral Markers of Glycemic Control in Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, 1866(8), 165820-165835. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165820>
- Johansen, M. Y., Karstoft, K., MacDonald, C. S., Hansen, K. B., Ellingsgaard, H., Hartmann, B., Wewer Albrechtsen, N. J., Vaag, A. A., Holst, J. J., Pedersen, B. K., & Ried-Larsen, M. (2020). Effects of an Intensive Lifestyle Intervention on The Underlying Mechanisms of Improved Glycaemic Control in Individuals with Type 2 Diabetes: A Secondary Analysis of a Randomised Clinical Trial. *Diabetologia*, 63(11), 2410–2422. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05249-7>
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). *Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar 2018*. [https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir\\_519d41d8cd98f00/files/Hasil-riskasdas-2018\\_1274.pdf](https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir_519d41d8cd98f00/files/Hasil-riskasdas-2018_1274.pdf)
- Kumar, A. S., Maiya, A. G., Shastry, B. A., Vaishali, K., Ravishankar, N., Hazari, A., Gundmi, S., & Jadhav, R. (2019). Exercise and Insulin Resistance in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(2), 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.11.001>
- Magalhães, J. P., Júdice, P. B., Ribeiro, R., Andrade, R., Raposo, J., Dores, H., Bicho, M., & Sardinha, L. B. (2019). Effectiveness of High-Intensity Interval Training Combined with Resistance Training Versus Continuous Moderate-Intensity

- Training Combined with Resistance Training in Patients with Type 2 Diabetes: A One-Year Randomized Controlled Trial. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 21(3), 550–559. <https://doi.org/10.1111/dom.13551>
- Minnock, D., Annibalini, G., Le Roux, C. W., Contarelli, S., Krause, M., Saltarelli, R., Valli, G., Stocchi, V., Barbieri, E., & De Vito, G. (2020). Effects of Acute Aerobic, Resistance and Combined Exercises on 24-H Glucose Variability and Skeletal Muscle Signalling Responses in Type 1 Diabetics. *European Journal of Applied Physiology*, 120(12), 2677–2691. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04491-6>
- Najafi, B., Reeves, N. D., & Armstrong, D. G. (2020). Leveraging Smart Technologies to Improve The Management of Diabetic Foot Ulcers and Extend Ulcer-Free Days in Remission. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 36(1), 1–7. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3239>
- Reusch, J., Regensteiner, J. G., Stewart, K. J., & Veves, A. (2018). *Diabetes and Exercise from Pathophysiology to Clinical Implementation*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-61013-9>
- Searle, A., Spink, M. J., Oldmeadow, C., Chiu, S., & Chuter, V. H. (2019). Calf Muscle Stretching is Ineffective in Increasing Ankle Range of Motion or Reducing Plantar Pressures in People with Diabetes and Ankle Equinus: A Randomised Controlled Trial. *Clinical Biomechanics*, 69(7), 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.07.005>
- Setyawati, A., Ngo, T., Padila, P., & Andri, J. (2020). Obesity and Heredity for Diabetes Mellitus among Elderly. *JOSING: Journal of Nursing and Health*, 1(1), 26-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/josing.v1i1.1149>
- Seyedizadeh, S. H., Cheragh-Birjandi, S., & Hamedia Nia, M. R. (2020). The Effects of Combined Exercise Training (Resistance-Aerobic) on Serum Kinesin and Physical Function in Type 2 Diabetes Patients with Diabetic Peripheral Neuropathy (Randomized Controlled Trials). *Journal of Diabetes Research*, 2020, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2020/6978128>
- Shoji, T., Hamasaki, H., Kawaguchi, A., Waragai, Y., & Yanai, H. (2021). Effects of Low-Intensity Resistance Exercise with Slow Movement and Tonic Force Generation on Short-Term Glycemic Variability in Healthy Subjects: A Randomized Controlled Study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(4), 1–10. <https://doi.org/10.3390/app11041536>
- Silva, É. Q., Santos, D. P., Beteli, R. I., Monteiro, R. L., Ferreira, J. S. S. P., Cruvinel-Junior, R. H., Donini, A., Veríssimo, J. L., Suda, E. Y., & Sacco, I. C. N. (2021). Feasibility of a Home-Based Foot–Ankle Exercise Programme for Musculoskeletal Dysfunctions in People with Diabetes: Randomised Controlled FOOtCAre (FOCA) Trial II. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91901-0>
- Wahl, M. P., Scalzo, R. L., Regensteiner, J. G., & Reusch, J. E. B. (2018). Mechanisms of Aerobic Exercise Impairment in Diabetes: A Narrative Review. *Frontiers in Endocrinology*, 9(4), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00181>
- Winding, K. M., Munch, G. W., Iepsen, U. W., Van Hall, G., Pedersen, B. K., & Mortensen, S. P. (2018). The Effect on Glycaemic Control of Low-Volume High-Intensity Interval Training Versus Endurance Training in Individuals with Type 2 Diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 20(5), 1131–1139. <https://doi.org/10.1111/dom.13198>

- Wrobel, M., Rokicka, D., Goła, A., Drozd, M., & Nowowiejska-wiewi, A. (2021). Combined Aerobic and Resistance Training Performed Under Conditions of Normobaric Hypoxia and Normoxia has the Same Impact on Metabolic Control in Men with Type 1 Diabetes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 1-13; <https://doi.org/10.3390/ijerph182413058>
- Yan, J., Dai, X., Feng, J., Yuan, X., Li, J., Yang, L., Zuo, P., Fang, Z., Liu, C., Hsue, C., Zhu, J., Miller, J. D., & Lou, Q. (2019). Effect of 12-Month Resistance Training on Changes in Abdominal Adipose Tissue and Metabolic Variables in Patients with Prediabetes: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Diabetes Research*, 2019, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2019/8469739>
- Zembron-Lacny, A., Tylutka, A., Zeromska, A., Kasperska, A., & Wolny-Rokicka, E. (2019). Does High Volume of Exercise Training Increase Aseptic Vascular Inflammation in Male Athletes? *American Journal of Men's Health*, 13(3), 1-8. <https://doi.org/10.1177/1557988319858838>
- Zilliox, L. A., & Russell, J. W. (2020). Is There Cardiac Autonomic Neuropathy in Prediabetes? *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 229, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2020.102722>