



The Effect of Aerobic Exercise on Blood Glucose Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients: Critical Review

Farid Rahman¹ , Muhammad Irfan Setiadi¹, Ilham Setya Budi², Ardianto Kurniawan³

¹Department of Physical Therapy, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

¹Department of Physical Therapy, RSUD M. Sani Kab. Karimun Prov. Kepulauan Riau, Indonesia

¹Department of Physical Therapy, Metro Hospital Cikupa Tangerang, Indonesia

 fr280@ums.ac.id

 <https://doi.org/10.53017/ujmr.186>

Received: 15/02/2022

Revised: 25/03/2022

Accepted: 28/03/2022

Abstract

Aerobic exercise is a systematic exercise activity with a gradual and continuous increase in load that uses energy derived from combustion using oxygen, and requires oxygen without causing fatigue. The purpose of this study was to determine whether there is an effect of aerobic exercise on reducing blood glucose in patients with diabetes mellitus type 2. The design and research method carried out in this study used a critical review system. unbalanced, and low physical activity, due to low physical activity, it is necessary to exercise so that physical activity can be maintained, namely aerobic exercise. Based on the results of studies that have been conducted on the effect of aerobic exercise on reducing blood glucose levels in patients with diabetes mellitus type 2, it can be concluded that the dose of moderate intensity aerobic exercise is optimal in reducing blood sugar levels in patients with diabetes mellitus type 2.

Keywords: *Aerobic exercise; Diabetes Mellitus Type 2; Blood Glucose Levels*

Pengaruh *Aerobic Exercise* terhadap Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2: *Critical Review*

Abstrak

Aerobic exercise ialah aktivitas olahraga secara sistematis dengan peningkatan beban secara bertahap dan terus menerus yang menggunakan energi yang berasal dari pembakaran dengan menggunakan oksigen, dan membutuhkan oksigen tanpa menimbulkan kelelahan. Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh *aerobic exercise* terhadap penurunan glukosa darah pada pasien diabetes mellitus tipe 2. Desain dan metode penelitian yang dilakukan di studi ini menggunakan sistem *critical review*, artikel yang digunakan pada studi ini kebanyakan subjeknya memiliki faktor resiko obesitas, diet yang tidak seimbang, serta aktivitas fisik yang rendah, dikarenakan aktivitas fisik yang rendah maka diperlukan latihan agar aktivitas fisik dapat terjaga yaitu dengan *aerobic exercise*. Berdasarkan dari hasil studi yang telah dilakukan pada pengaruh *aerobic exercise* terhadap penurunan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus tipe 2 didapatkan kesimpulan bahwa dosis latihan *aerobic exercise moderate intensity* optimal dalam penurunan kadar gula darah penderita diabetes mellitus tipe 2.

Kata kunci: *Aerobic exercise; Diabetes Mellitus Tipe 2; Kadar Glukosa Darah*

1. Pendahuluan

Diabetes Mellitus (DM) merupakan kelainan metabolik yang disebabkan oleh banyak faktor. Faktor risiko terjadinya DM antara lain faktor genetik, penambahan usia,

kurangnya aktifitas fisik dan pola makan atau diet yang tidak seimbang [1]. Prevalensi diabetes mellitus di Indonesia pada tahun 2013 adalah sebesar 2,1%. Angka tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2007 (1,1%). Sebanyak 31 provinsi (93,9%) menunjukkan kenaikan prevalensi diabetes mellitus yang cukup berarti [2].

Diabetes Melitus (DM) pada saat ini merupakan salah satu masalah kesehatan yang berdampak pada produktivitas dan menurunkan mutu sumber daya manusia [3]. Penderita DM di Indonesia semakin meningkat. Hal ini dapat diketahui bahwa pada tahun 1995 terdapat lebih kurang 5 juta penderita DM di Indonesia dengan peningkatan sekitar 230 ribu penderita setiap tahun, sehingga pada tahun 2025 penderita diabetes di Indonesia diperkirakan akan mencapai 12 juta orang. Peningkatan terjadi akibat bertambahnya populasi penduduk usia lanjut dan perubahan gaya hidup, mulai dari pola makan/jenis makanan yang dikonsumsi sampai berkurangnya kegiatan jasmani. Hal ini terjadi terutama pada kelompok usia dewasa ke atas pada seluruh status sosial-ekonomi. Selain itu, peningkatan jumlah kasus DM terjadi karena kurangnya tenaga kesehatan, peralatan pemantauan dan obat-obatan tertentu, terutama di daerah terpencil serta belum ada keseragaman dalam mengelola pasien DM oleh dokter di lini depan [4].

Pasien DM biasanya mengonsumsi obat yang diresepkan terdiri dari dua golongan. Golongan yang pertama adalah sulfonilurea yang bekerja dengan merangsang sekresi insulin. Contoh dari golongan ini adalah glimepirid dan glibenklamid. Golongan yang kedua adalah biguanida yang bekerja dengan menurunkan kadar gula darah tanpa menyebabkan hipoglikemia. Golongan ini lebih dianjurkan untuk pasien yang menderita obesitas, contoh dari golongan biguanida adalah metformin [5]. Selain obat melakukan latihan fisik secara teratur juga sangatlah penting bagi pasien DM, aktifitas fisik terstruktur yang terdiri dari latihan aerobik, latihan daya tahan, atau gabungan keduanya dapat menurunkan HbA1c pada pasien DM [6]. Latihan aerobik pada penderita diabetes mellitus memiliki peran penting dalam mengendalikan kadar gula dalam darah, dimana saat melakukan latihan terjadi peningkatan pemakaian glukosa oleh otot sehingga dapat menyebabkan penurunan glukosa darah. Penurunan kadar gula darah ini disebabkan saat latihan, glukosa dan lemak merupakan sumber utamanya. Setelah latihan aerobik 10 menit, dibutuhkan glukosa 15 kalinya dibandingkan pada saat istirahat. Tujuan studi ini adalah Untuk mengetahui apakah aerobik exercise berpengaruh terhadap kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus tipe 2.

2. Metode

2.1. Desain Strategi

2.1.1. Strategi Pencarian 1

Basis pencarian data didapatkan mesin pencari literatur seperti *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) melalui kata kunci "*aerobic exercise and diabetes type 2*" atau "*aerobic exercise and glucose control diabetes*" kemudian dikombinasi dengan beberapa kata kunci guna mendukung tujuan spesifik berupa "*Exercise for diabetes type 2*" dan setelah itu dilakukan pengecekan *index Quartile* (Q) dari jurnal yang didapat dengan menggunakan *Scimago Journal and Country Rank* (SJR).

2.1.2. Strategi pencarian 2

Identifikasi dengan menggunakan mesin pencarian *google scholar* dan tetap melakukan pengecekan *Index Quartile* (Q) dengan menggunakan *Scimago Journal and Country Rank* (SJR).

2.2. Pengumpulan data

Kriteria Inklusi:

- a. Fullteks Artikel Ilmiah yang diterbitkan 2011-2019
- b. Studi yang dipakai dalam paper ini adalah *randomized controlled trial*.
- c. Standar PICO yang digunakan dalam review ini adalah:
 - P = Subjek Pasien diabetes Mellitus Tipe 2 berusia 30-70 tahun
 - I = *Aerobic Exercise*
 - C = *Aerobic Exercise High Intensity, Resistance Exercise*
 - = Penurunan Kadar Glukosa Darah

2.3. Tahapan appraisal

Tahapan *appraisal* ini dilakukan dengan menggunakan teknik ceklis skala dari *PEDro*, Skala ini membantu pembaca dengan cepat menilai apakah hasil uji coba dapat dipercaya dan diinterpretasikan secara bermakna. Skala-skalanya antara lain:

- a. Kriteria 1: Kriteria kelayakan yang lebih terperinci.
- b. Kriteria 2: Subjek secara acak dialokasikan ke kelompok (dalam studi *crossover*, subjek secara acak dialokasikan urutan di mana perawatan diterima)
- c. Kriteria 3: Alokasi dirahasiakan
- d. Kriteria 4: Kelompok perlakuan dengan kontrol sama-sama memiliki baseline pada satu indikator
- e. Kriteria 5: Semua subjek tidak mengetahui ke kelompok mana subjek telah dialokasikan, mereka tidak akan dapat membedakan antara perawatan yang diterapkan pada kelompok yang berbeda.
- f. Kriteria 6: Semua terapis yang memberikan terapi tidak dapat membedakan apakah subyek individu telah atau belum menerima perawatan.
- g. Kriteria 7: penilai tidak dapat membedakan apakah subjek individu telah atau belum menerima perawatan.
- h. Kriteria 8: Setidaknya studi ini mendapatkan satu hasil utama lebih dari 85%
- i. Kriteria 9: Pada studi tersebut secara eksplisit menyatakan bahwa semua peserta menerima perlakuan atau kondisi kontrol sebagaimana yang dialokasikan, tetapi tidak menyebutkan analisisnya secara khusus.
- j. Kriteria 10: Hasil perbandingan statistik antar kelompok dilaporkan untuk setidaknya satu hasil utama.
- k. Kriteria 11: Studi ini memberikan ukuran titik dan ukuran variabilitas untuk setidaknya mendapatkan hasil yang baik.

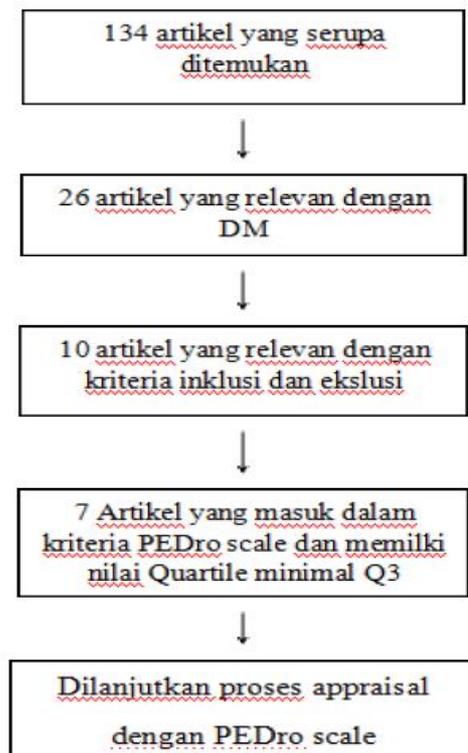
Dari 11 poin skala diatas untuk penilaian *eligibility* atau kriteria kelayakan tidak digunakan untuk menghitung skor skala *PEDro*. Dalam penilaian skala *PEDro* dikatakan YES jika poinnya terdapat di artikel atau jurnal tersebut, dan dikatakan NO jika poinnya tidak terdapat. Pada sistem penilaian skala *PEDro* diberikan nilai 1 jika dikatakan YES dan 0 jika NO.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Pada studi ini untuk mendapatkan data digunakan basis pencarian *google scholar*, *jane biosemantics*, *NCBI*, *Pubmed* dan *PEDro* hasilnya 134 artikel didapatkan yang memiliki hubungan dengan tema penelitian ini. Dari 134 artikel tersebut, disesuaikan kembali dengan kriteria studi yang digunakan dan didapatkan 26 artikel. Kemudian dari 26 artikel ini dipilih kembali dengan artikel yang masuk dalam kriteria inklusi yang ditentukan dan

didapatkan 10 artikel. Dari 10 artikel ini, dipilih dan disesuaikan dengan nilai *PEDro*, hasilnya didapatkan 7 artikel yang digunakan sebagai landasan studi yang dilanjutkan untuk teknik *appraisal*. Diagram Alir terkait dengan seleksi artikel dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



[Gambar 1](#). Pencarian artikel

Berdasarkan 7 artikel yang sudah direview ini sebagian besar variabel latihan yang digunakan adalah *aerobic exercise moderate intensity*. *Aerobic exercise moderate intensity* digunakan karena memiliki efek yang baik terhadap penderita diabetes mellitus tipe 2. Artikel yang digunakan pada studi ini kebanyakan subjeknya memiliki faktor risiko obesitas, diet yang tidak seimbang, serta aktivitas fisik yang rendah, dikarenakan aktivitas fisik yang rendah maka diperlukan latihan agar aktivitas fisik dapat terjaga yaitu dengan *aerobic exercise*. Dari 7 artikel yang sudah ada kebanyakan merekomendasikan untuk memasukkan program latihan *aerobic* untuk aktivitas kesehariannya, dengan latihan misalnya senam, bersepeda, dan jalan kaki. Nilai dari kriteria dapat dilihat di [Tabel 1](#).

Jurnal yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan studi *randomized controlled trial* yang digunakan sebagai landasan penelitian artikel tersebut. Artikel yang digunakan dalam studi ini minimal *Quartile 3 (Q3)*, setelah itu artikel yang ada akan diberikan penilaian poin sesuai dengan nilai skala *PEDro*. Dari 7 artikel yang ada, 6 artikel memiliki kriteria *eligibility* atau kriteria kelayakan dan dari 7 artikel ini semuanya menggunakan sistem *random allocation* (alokasi acak).

Dari 7 artikel yang ada, hanya 1 artikel yang menggunakan sistem *concealed allocation* (alokasi yang tersembunyi). Dari 7 artikel semuanya memiliki poin *baseline comparability*, akan tetapi dari 7 artikel yang ada, tidak ada yang menggunakan sistem *blind subject* dan *blind therapist*. Hanya 2 artikel yang menggunakan sistem *blind assessors* dalam penelitiannya dan terdapat 5 artikel yang memiliki poin *adequate follow-up*. Dari ke 7 artikel yang ada, hanya 2 artikel yang memiliki poin *intention-to-treat analysis* akan tetapi dari 7 artikel yang ada semuanya memiliki poin *between-group comparison* dan *estimate variability*.

Tabel 1. Hasil Appraisal

Ref	Nilai Kriteria	Latar Belakang	Metode	Hasil	Rekomendasi
[7]	PEDro 5/10	Saat ini, obesitas, terutama obesitas perut, serta peningkatan lapisan lemak tubuh dianggap sebagai salah satu yang utama masalah secara global. Berbagai faktor perilaku, genetik, biologis, dan lingkungan dapat menyebabkan obesitas. Obesitas sangat terkait dengan gangguan kardiovaskular kronis dan diabetes mellitus tipe 2 (T2DM) selama usia pertengahan dan usia tua. Meskipun orang dengan obesitas, T2DM atau sindrom metabolik dapat mengalami berbagai masalah saat melakukan latihan, tetapi mereka sering disarankan untuk lakukan olahraga sebagai pengobatan non-farmakologis untuk kehilangan bobot. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penurunan resistensi insulin perifer selama berolahraga menyebabkan peningkatan dalam pengambilan glukosa perifer, sementara produksi glukosa hati tetap sama. Resistensi insulin yang signifikan pada otot telah dilaporkan di T2DM	Penelitian uji coba terkontrol acak ini dilakukan dari Februari hingga April 2013, Populasi penelitian terdiri dari wanita dengan T2DM (menggunakan simple random sampling) yang sedang berkunjung klinik umum (Klinik Emam Reza) dijalankan oleh Shiraz Universitas Ilmu Kedokteran. Setiap sesi latihan aerobik terdiri dari tiga fase yaitu pemanasan, tahap utama dan periode pendinginan. Fase pemanasan terdiri dari 20 menit peregangan dan jogging. Fase utama penelitian dilakukan 25 menit dengan 50%-55% denyut jantung maksimal yang diukur dengan siklus ergometer. Dilanjutkan dengan berlari, berolahraga dan peregangan untuk fase pendinginan.	Penelitian saat ini menunjukkan bahwa gula darah menurun secara signifikan pada semua kelompok intervensi, sedangkan penilaian model homeostasis terhadap resistensi insulin (HOMA-IR) hanya menurun pada kelompok latihan aerobik dan gabungan. Selanjutnya disana adalah peningkatan yang signifikan pada level omentin-1 hanya pada kelompok latihan kombinasi	Diabetes telah dikaitkan dengan penurunan tingkat omentin-1, menurut GURSOY dkk, bahwa tingkat omentin-1 jauh lebih rendah pada mereka dengan T2DM dibandingkan dengan kelompok kontrol yang sehat. Mereka menunjukkan bahwa resistensi insulin sangat mengurangi kadar omentin-1. Pada saat yang sama, Pan dkk, mengindikasikan bahwa level omentin-1 meningkat setelah adanya penurunan berat badan, oleh karena itu perlu dilakukan latihan atau aktifitas fisik agar berat badan bisa berturun.
[8]	PEDro 6/10	Jelas bahwa aerobik <i>exercise</i> dapat menunda kelelahan pankreas dan memperlambat perkembangan dari prediabetes menjadi diabetes tipe 2 (T2D), tetapi ada sedikit informasi mengenai efek latihan	Pasien China (n = 248) dengan prediabetes diacak menjadi tiga kelompok: AT (n = 83), RT (n = 82) dan kontrol (n = 83). Subjek dalam kelompok RT melakukan 13 latihan resistensi yang berbeda per sesi	Setelah pelatihan, tidak ada perbedaan signifikan dalam perubahan HbA1c antara kelompok AT dan RT (P = 0,059), tetapi perubahan HbA1c di kedua kelompok secara signifikan lebih besar daripada di kelompok kontrol (interaksi kelompok-waktu P	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan yang signifikan dari HbA1c karena penelitian sebelumnya tidak

Ref	Nilai Kriteria	Latar Belakang	Metode	Hasil	Rekomendasi
		<i>resistance exercise</i> pada orang dengan pradiabetes. Studi ini membandingkan efektivitas <i>resistance exercise</i> dan aerobik <i>exercise</i> dalam meningkatkan kontrol metabolisme dan melindungi fungsi sel β pada orang dengan prediabetes.	menggunakan tali elastis. Mereka yang berada dalam kelompok AT melakukan latihan aerobik pada 60% -70% dari denyut jantung maksimum. Dalam kedua kasus, latihan dilakukan tiga kali per minggu untuk jangka waktu 6 bulan. Hasil utama adalah peningkatan kontrol metabolik. Perubahan longitudinal antara kelompok diuji menggunakan analisis varians tindakan berulang.	<0,001). Pengurangan signifikan dalam HbA1c dicatat dalam kelompok AT (P = 0,041) tetapi tidak RT (P = 0,361) dari awal hingga 6 bulan.	mengukur atau gagal membuktikan peningkatan HbA1c dengan RT. kebanyakan studi sebelumnya tidak mengukur HbA1c, dan satu studi yang memantau HbA1c hanya berdurasi 12 minggu. Dalam penelitian itu, perubahan HbA1c tidak mencapai signifikansi statistik, karena HbA1c membutuhkan uji coba yang relatif lama untuk mengamati peningkatan, terutama dalam kasus pasien dengan prediabetes, yang HbA1c di kisaran 5,4% hingga 5,5.
[9]	PEDro 6/10	Diabetes mellitus meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan semua penyebab kematian. Penelitian ini menyelidiki efek dari program aerobik delapan minggu pada gula darah (FBS), parameter kardiovaskular, saturasi oksigen perifer (SpO2), dan indeks massa tubuh (BMI) di antara subyek dengan diabetes mellitus tipe-2 (T2DM).	Desain eksperimental pretest-posttest digunakan, 50 subjek, didiagnosis dengan T2DM, menghadiri klinik diabetes dari Rumah Sakit Pendidikan Universitas Nigeria, Enugu, dipilih berdasarkan jenis kelamin dan usia, dan secara acak menjadi kelompok latihan dan kontrol. Intervensi latihan aerobik 8 minggu pada 60% -79% HRmax selama 45 menit-60 menit, 3-hari per minggu. FBS, SpO2, BMI, denyut jantung istirahat (RHR), dan sistolik	Kelompok latihan memiliki SBP yang secara signifikan lebih rendah (15,0 mmHg, P = 0,001), DBP (7,9 mmHg, P = 0,001), RHR (4,8 bpm, P = 0,001), FBS (34,9 mg / dl, P = 0,001), dan BMI (2,3, P = 0,001), sedangkan SpO2 meningkat sebesar 3,9% dengan P = 0,001, relatif terhadap kelompok kontrol.	Penelitian ini merekomendasikan bahwa dokter harus meresepkan latihan senam aerobik berkelanjutan sebagai tambahan non-farmakologis untuk pencegahan dan manajemen T2DM dan sekuelnya.

Ref	Nilai Kriteria	Latar Belakang	Metode	Hasil	Rekomendasi
[10]	PEdro 7/10	Insiden diabetes tipe 2 di negara berkembang meningkat karena peningkatan proporsional dalam banyak faktor risiko seperti perubahan pola makan, peningkatan prevalensi obesitas, dan penurunan aktivitas fisik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efek dari program latihan aerobik 8 minggu pada parameter fisiologis dan kualitas hidup pada pasien dengan diabetes mellitus tipe 2.	(SBP) dan tekanan darah diastolik (DBP) dari subyek diukur sebelum dan sesudah intervensi. Uji t berpasangan dan independen digunakan masing-masing untuk analisis di dalam dan di antara kelompok ($P \leq 0,05$). Pasien yang menghadiri klinik diabetes berpartisipasi dalam uji kontrol acak ini. Mereka secara acak ditugaskan ke intervensi atau kelompok kontrol dengan pemungutan suara. Kelompok intervensi, selain perawatan konvensional biasa, menerima latihan aerobik yang diresepkan secara individual selama 30 menit, dengan 50% -75% dari denyut jantung maksimum tiga kali seminggu. Ukuran hasil utama termasuk gula darah puasa, hemoglobin glikosilasi (HbA1c), lipoprotein densitas tinggi, lipoprotein densitas rendah, dan kuesioner kualitas hidup Organisasi Kesehatan Dunia (WHOQoL-BREF). Analisis data melibatkan uji-t berpasangan dan tidak berpasangan dan desain campuran dua arah varians	18 pasien dengan diabetes tipe 2 dan usia rata-rata $46,22 \pm 9,79$ tahun berpartisipasi dalam penelitian ini. Durasi rata-rata sejak timbulnya diabetes pada kelompok intervensi dan kontrol adalah $4,44 \pm 3,33$ tahun dan $3,92 \pm 2,66$ tahun, masing-masing. Kedua kelompok sama untuk durasi sejak onset, parameter fisiologis awal, dan kualitas hidup. Perbandingan dalam kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) untuk HbA1c, gula darah, lipoprotein densitas rendah, atau lipoprotein densitas tinggi. Kelompok intervensi meningkat secara signifikan ($P, 0,05$) dalam kualitas hidup pasca-latihan mereka dibandingkan dengan awal. Perbandingan antar kelompok tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam parameter fisiologis atau kualitas hidup	Penelitian ini merekomendasikan agar dimasukkannya program latihan aerobik ke dalam manajemen rutin atau aktifitas sehari-hari pasien dengan diabetes tipe 2 agar bisa lebih bermanfaat.
[11]	PEdro 4/10	Aktivitas fisik telah terbukti sebagai intervensi yang berguna untuk pencegahan dan pengobatan diabetes mellitus tipe 2 (T2DM). Tujuan	80 peserta T2DM (37 pria, 43 wanita), berusia 33-69 tahun, secara acak dibagi dalam jumlah yang sama ($n = 20$) menjadi satu dari empat	HbA1c menunjukkan pengurangan yang signifikan secara statistik pada tiga kelompok pelatihan. Semua subjek kelompok pelatihan mengalami peningkatan glukosa	Secara umum, latihan aerobik dan pelatihan resisten saja menimbulkan efek positif

Ref	Nilai Kriteria	Latar Belakang	Metode	Hasil	Rekomendasi
		artikel ini adalah untuk membandingkan efek latihan aerobik saja dan pelatihan resistensi saja serta kombinasi pelatihan aerobik plus resistensi pada kontrol glikemik, faktor risiko kardiovaskular, dan komposisi tubuh pada pasien dengan T2DM.	kelompok (aerobik, resistensi, pelatihan gabungan, dan kontrol). Peserta ini melakukan latihan aerobik mereka menggunakan treadmill, ergometer elips atau sepeda 3 kali per minggu (pada hari yang tidak berurutan). Waktu latihan meningkat dari 20 menit per sesi (pada 60% dari denyut jantung maksimum) hingga 60 menit (pada 75% dari denyut jantung maksimum) per sesi. Setelah satu tahun, 60 subjek (15 subjek dalam setiap kelompok) dimasukkan ke dalam analisis statistik. Tujuh belas parameter dievaluasi.	postprandial, tekanan darah, VO ² maks, dan persentase otot. Selain itu, penurunan konsentrasi trigliserida plasma adalah signifikan pada latihan aerobik dan kelompok pelatihan gabungan. Juga, penurunan yang signifikan diamati dalam persentase lemak tubuh dalam kelompok resistensi dan gabungan	dalam pencegahan atau pengelolaan kontrol glikemik dan faktor risiko kardiovaskular. Oleh karena itu, baik latihan aerobik dan latihan resistensi harus dianggap sebagai intervensi yang berguna dalam manajemen T2DM. Tanggapan aditif ini dalam kelompok pelatihan gabungan menunjukkan bahwa jenis latihan ini mungkin lebih disukai untuk rekomendasi untuk pasien diabetes, jenis latihan ini harus ditekankan oleh dokter untuk manfaat jangka panjangnya.
[12]	PEDro 4/10	Studi ini mengevaluasi efek dari program pelatihan aerobik dan resistensi gabungan 6 bulan terhadap komposisi tubuh, kontrol glikemik, profil lipid, dan kapasitas fungsional pasien yang lebih tua dengan sejarah panjang diabetes tipe 2. Variabel komposisi tubuh, kontrol glikemik, profil lipid, dan kapasitas fungsional diukur sebelum dan sesudah periode penelitian. Latihan olahraga menurunkan rasio pinggang-pinggul dan lemak tubuh dari subjek yang	Subjek dalam kelompok latihan menjalani enam bulan pelatihan terawasi sesuai dengan persyaratan khusus. Kelompok latihan menjalani 3 sesi pelatihan dalam seminggu. Setiap sesi terdiri dari periode pemanasan, 30 menit latihan aerobik sedang, 10 menit latihan resistensi dengan lima latihan otot kaki (dua set 10-12 repetisi pada 50-70% HRmax dari 1RM untuk setiap aktivitas).	Konsentrasi glukosa plasma dan insulin serum menurun secara signifikan pada kelompok latihan setelah pelatihan. Kelompok kontrol, bagaimanapun, meningkatkan glukosa plasma puasa selama periode eksperimental. Jumlah yang berubah dalam glukosa plasma secara statistik berbeda antara kedua kelompok. Dalam tes toleransi glukosa oral, konsentrasi glukosa plasma dan insulin serum pada dua jam setelah tantangan glukosa berkurang secara signifikan pada kelompok latihan setelah enam bulan pelatihan	Keterbatasan penelitian ini adalah hanya satu program pelatihan olahraga diterapkan, akan tetapi latihan yang dilakukan ini jika dilakukan dengan rutin dapat membantu orang lanjut usia dengan diabetes tipe 2 untuk jangka panjangnya.

Ref	Nilai Kriteria	Latar Belakang	Metode	Hasil	Rekomendasi
[13]	PEdro 6/10	<p>terlatih. Konsentrasi dan 2 jam pasca-glukosa menantang glukosa plasma dan insulin serum, dan hemoglobin glikosilasi menurun secara signifikan pada kelompok latihan.</p> <p>Diabetes Tipe 2 (T2DM) adalah salah satu masalah kesehatan manusia di seluruh dunia. Telah diperkirakan bahwa, secara global, ini akan menjadi penyebab utama ketujuh kematian pada tahun 2030. Kemungkinan kardiovaskular penyakit pada pasien dengan diabetes adalah 2 sampai 4 kali lipat dari yang bukan penderita diabetes. Menurut organisasi kesehatan dunia (WHO) dan federasi diabetes internasional (IDF), 1 banding 10 orang dewasa di seluruh dunia memiliki T2DM pada tahun 2014 dan biaya perawatan komplikasi diabetes adalah 8% hingga 10% dari total biaya perawatan masalah kesehatan di dunia pada tahun 2013.</p>	<p>Penelitian ini adalah uji coba kontrol acak, sebanyak 30 relawan memenuhi kriteria inklusi dan dibagi secara acak untuk 2 kelompok, aerobik dan kontrol, dengan metode pengacakan blok. Studi ini dilakukan selama Mei hingga Oktober 2016 di Iran. Protokol intervensi termasuk 24 sesi (8 minggu) latihan aerobik di treadmill dengan kemiringan nol, 3 hari per minggu selama 30 menit per sesi. Intensitas protokol pelatihan adalah 50% - 70% denyut jantung maksimum. Pengukuran parameter biokimia dilakukan sebelum dan sesudah 24 sesi</p>	<p>Dari jumlah peserta awal, 2 pasien masuk kelompok aerobik tidak dapat melanjutkan latihan protokol setelah 12 sesi dan dikeluarkan. Setelah 8 minggu, gula darah, HbA1c, kolesterol, trigliserida, HDL, LDL, dan VLDL berkurang secara signifikan dalam kelompok pelatihan, namun, mereka tidak berbeda secara signifikan dalam kelompok kontrol. Setelah 8 minggu, hasilnya adalah sebagai berikut: glukosa darah puasa (FBS) (130,92 (45,43) Mg / dL), glikosilasi hemoglobin (HbA1c) (6,62 (1,52) persen), kolesterol (150,62 (24,07) Mg / dL), trigliserida (119,62 (39,18) Mg / dL), Lipoprotein (LDL) densitas rendah (LDL) (77,23 (26,73) Mg / dL), dan kepadatan lipoprotein (VLDL) yang sangat rendah (23,92 (7,90) Mg / dL); ini berkurang secara signifikan di kelompok pelatihan (P <0,05), namun tidak dalam kelompok kontrol. Atau, lipoprotein densitas tinggi (HDL) tetap tidak berubah kelompok aerobik (47,85 (17,83) Mg / dL) sementara itu meningkat pada kelompok kontrol (42,07 (8,86) Mg / dL). Juga, protein C-reaktif (CRP) 2,43 (1,03) Mg / L dan nilai mikroalbumin (12,32 (1,21) Mg) tidak berubah antara 2 kelompok.</p>	<p>Parameter biokimia konstan dari kelompok kontrol adalah tanda peringatan untuk pasien yang tidak banyak bergerak. Oleh karena itu, penelitian ini sangat merekomendasikan olahraga yang aman untuk menjaga fungsi kardiovaskular yang sehat dan mengurangi komplikasi pada pasien dengan diabetes.</p>

Dari 7 artikel yang digunakan sebagai landasan studi ini rata-rata umur populasi atau pasien 30-60 tahun, rata-rata *intervention* yang ada pada artikel disini memakai *aerobic exercise moderate intensity*. Dari 7 artikel yang digunakan, beberapa *comparison* atau perbandingan yang dipakai oleh artikel yang ada, membandingkan antara *aerobic exercise* dan *resistance exercise*, karena dari kedua latihan ini dapat mengendalikan kadar glukosa darah dengan baik. Dari semua artikel yang ada, *outcome* dari 7 artikel ini mengatakan adanya penurunan kadar glukosa darah, berarti dari semua artikel ini membuktikan bahwa *aerobic exercise* sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah pada penderita DM tipe 2. Selain penurunan kadar glukosa darah, dari beberapa artikel yang mendapatkan hasil peningkatan sensitivitas insulin dan peningkatan serum *omentin-1*.

Artikel atau jurnal yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan studi *randomized controlled trial* yang digunakan sebagai landasan penelitian artikel tersebut. Artikel yang digunakan dalam studi ini minimal *Quartile 3 (Q3)*, setelah itu artikel yang ada akan diberikan penilaian poin sesuai dengan nilai skala *PEDro*. Dari 7 artikel yang ada, 6 artikel memiliki kriteria *eligibility* atau kriteria kelayakan dan dari 7 artikel ini semuanya menggunakan sistem *random allocation* (alokasi acak). Dari 7 artikel yang ada, hanya 1 artikel yang menggunakan sistem *concealed allocation* (alokasi yang tersembunyi). Dari 7 artikel semuanya memiliki poin *baseline comparability*, akan tetapi dari 7 artikel yang ada, tidak ada yang menggunakan sistem *blind subject* dan *blind therapist*. Hanya 2 artikel yang menggunakan sistem *blind assessors* dalam penelitiannya dan terdapat 5 artikel yang memiliki poin *adequate follow-up*. Dari ke 7 artikel yang ada, hanya 2 artikel yang memiliki poin *intention-to-treat analysis* akan tetapi dari 7 artikel yang ada semuanya memiliki poin *between-group comparison* dan *estimate variability*.

3.2. Pembahasan

Aerobic exercise pada penderita diabetes mellitus sangat penting dalam mengendalikan kadar gula dalam darah, *aerobic exercise* ini bertujuan untuk meningkatkan kesehatan dan kebugaran tubuh khususnya meningkatkan fungsi dan efisiensi metabolisme tubuh [14]. Diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit tidak menular dan merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang penting, diabetes mellitus ditandai dengan adanya hiperglikemi akibat gangguan resistensi insulin dan gangguan pada sekresi insulin, penyebab terjadinya diabetes bisa dikarenakan kelebihan berat badan atau obesitas, aktifitas fisik yang rendah, dan bisa dari faktor genetik [15]. Penderita diabetes mellitus tipe 2 ini memiliki tingkat kadar gula dalam darah yang tinggi dibandingkan kadar yang normal, Pentingnya *aerobic exercise* ini membuat insulin bekerja lebih efisien sehingga glukosa dapat masuk ke dalam sel-sel otot dan menjadi sumber energi sehingga dapat dipakai untuk beraktivitas [16].

Dengan *aerobic exercise* penggunaan tenaga (energi/kalori) bertambah ketika melakukan gerakan, dengan demikian konsentrasi glukosa darah akan turun, dengan kata lain mekanismenya saat *aerobic exercise* dilakukan, otot akan berkontraksi, ini dapat memicu penyisipan GLUT-4 ke membran plasma sel otot yang aktif GLUT-4 ini terletak pada sel otot dan sel lemak, pentingnya GLUT-4 disini berperan untuk mengatur homeostatis lipid dan glukosa [17]. Apabila otot berkontraksi GLUT-4 ini akan meningkatkan kecepatan transpor glukosa ke dalam sel, ini juga akan meningkatkan aliran darah, menyebabkan kapiler terbuka hingga lebih banyak reseptor insulin (reseptor menjadi lebih baik) membuat pengambilan glukosa akan menjadi lebih banyak dan meningkatkan jumlah ATP [3].

Melakukan *aerobic exercise* secara rutin akan membuat sel lebih terlatih dan sensitif terhadap insulin sehingga asupan glukosa yang dibawa glukosa transporter ke dalam sel

meningkat. Pentingnya penderita diabetes mellitus tipe 2 untuk rutin melakukan *aerobic exercise* dan ditambah dengan diet yang seimbang dalam kesehariannya. *Aerobic moderate intensity* mampu meningkatkan metabolisme lebih besar yang akan mengakibatkan kejadian hipoglikemik baik selama atau setelah latihan [18]. *Aerobic exercise* dilakukan pada penderita DM dianjurkan dengan intensitas *moderate* yaitu 50-75% Hr maks [19].

Studi sebelumnya banyak yang mengatakan bahwa *combined exercise* atau penggabungan *aerobic exercise* dan *resistance exercise* lebih bermanfaat dalam pengendalian kadar gula darah jika dibandingkan dengan hanya melakukan *aerobic exercise* saja atau *resistance exercise* saja [20]. *Aerobic exercise* sendiri sangat efektif untuk membakar kalori, sekaligus baik untuk menjaga ritme jantung, kesehatan paru-paru, dan mengontrol kadar gula darah sedangkan *resistance exercise* dapat memberikan manfaat atau efek yang baik dalam hal peningkatan kekuatan dan massa otot yang rata-rata pada saat *strengthening* sekitar 4% pada intensitas 50-80% 1-RM atau 14 kali per set latihan yang efektif diterapkan saat melatih hipertrofi otot. *Resistance exercise* memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan penggunaan glukosa, sensitivitas insulin, dan fungsi sel endotel vaskular yang sangat baik untuk mengendalikan kadar gula didalam darah [21].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa total durasi latihan dan pengeluaran kalori yang paling besar dapat dicapai dengan mengkombinasikan *aerobic exercise* dan *resistance exercise*, terutama bila keduanya dilakukan pada hari yang sama. *Combined exercise* memberikan hasil yang signifikan dalam kontrol glikemik, profil lipid dan kapasitas fungsional. *Combined exercise* pun telah disepakati oleh oleh *American College of Sports Medicine*, terutama bila kombinasi antara *aerobic* dengan *resistance exercise* dilakukan sedikitnya selama 150 menit per minggu [22].

4. Kesimpulan

- a. Berdasarkan dari hasil studi yang telah dilakukan pada pengaruh *aerobic exercise* terhadap penurunan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus tipe 2 : *critical review* didapatkan kesimpulan bahwa dosis latihan *aerobic exercise moderate intensity* optimal dalam penurunan kadar gula darah penderita diabetes mellitus tipe 2.
- b. Faktor-faktor penyebab terjadinya diabetes mellitus tipe 2 yaitu faktor obesitas, kurangnya aktivitas fisik, dan diet yang tidak seimbang.
- c. *Aerobic exercise* merupakan aktivitas olahraga dengan intensitas rendah hingga sedang yang dilakukan secara terus-menerus, seperti: jalan kaki, lari, bersepeda. *Aerobic exercise* ini sangat berperan dalam penurunan kadar gula darah, karena dengan melakukan *aerobic exercise* terjadi penyisipan GLUT-4 ke membran plasma sel otot dan membuat lebih banyak reseptor insulin.
- d. *Aerobic exercise* sangat bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus tipe 2, dengan melakukan *aerobic exercise* secara rutin, maka sel akan terlatih dan lebih sensitif terhadap insulin.

Referensi

- [1] Azrimaidaliza, "Asupan Zat Gizi dan Penyakit Diabetes Mellitus," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, no. 1, pp. 36–41, 2011.
- [2] D. W. Hestiana, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kepatuhan Dalam Pengelolaan Diet Pada Pasien Rawat Jalan Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Kota Semarang," *Journal of Health Education*, vol. 2, no. 2, pp. 137–145, 2017, doi: 10.15294/jhe.v2i2.14448.
- [3] B. Schwaab, F. Kafsack, E. Markmann, and M. Schütt, "Effects of aerobic and anaerobic exercise on glucose tolerance in patients with coronary heart disease and

- type 2 diabetes mellitus,” *Cardiovascular Endocrinology and Metabolism*, pp. 3–8, 2020, doi: 10.1097/XCE.0000000000000188.
- [4] Zahtamal, F. Chandra, Suyanto, and T. Restuastuti, “Faktor-Faktor Risiko Pasien Diabetes Melitus,” *Berita Kedokteran Masyarakat*, vol. 23, no. 3, pp. 142–147, 2007.
 - [5] N. Rasdianah, S. Martodiharjo, T. M. Andayani, and L. Hakim, “The Description of Medication Adherence for Patients of Diabetes Mellitus Type 2 in Public Health Center Yogyakarta,” *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, vol. 5, no. 4, pp. 249–257, 2016, doi: 10.15416/ijcp.2016.5.4.249.
 - [6] A. L. A. Gandini and H. R. Agustina, “Latihan Fisik Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2,” *Jurnal Husada Mahakam*, vol. III, no. 6, pp. 313–318, 2013.
 - [7] Z. A. Lari *et al.*, “Corrigendum: The effect of 12 weeks aerobic, resistance, and combined exercises on omentin-1 levels and insulin resistance among type 2 diabetic middle-aged women [Diabetes Metab J, 41 (2017) (205-212)] DOI:10.4093/dmj.2017.41.3.205,” *Diabetes and Metabolism Journal*, vol. 41, no. 5, p. 422, 2017, doi: 10.4093/dmj.2017.41.5.422.
 - [8] X. Yuan *et al.*, “Comparing the effects of 6 months aerobic exercise and resistance training on metabolic control and β -cell function in Chinese patients with prediabetes: A multicenter randomized controlled trial,” *Journal of Diabetes*, vol. 12, no. 1, pp. 25–37, 2020, doi: 10.1111/1753-0407.12955.
 - [9] C. I. Ezema *et al.*, “The effect of an aerobic exercise programme on blood glucose level, cardiovascular parameters, peripheral oxygen saturation, and body mass index among Southern Nigerians with type 2 diabetes mellitus, undergoing concurrent sulfonylurea and metformin treat,” *Malaysian Journal of Medical Sciences*, vol. 26, no. 5, pp. 88–97, 2019, doi: 10.21315/mjms2019.26.5.8.
 - [10] A. Bello, B. Adegoke, and B. O. Emmanuel, “Effects of aerobic exercise on selected physiological parameters and quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus,” *International Journal of General Medicine*, p. 723, 2011, doi: 10.2147/ijgm.s16717.
 - [11] A. Yavari, F. Najafipoor, A. Aliasgarzadeh, M. Niafar, and M. Mobasseri, “Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardio-vascular risk factors in patients with type 2 diabetes,” *Biology of Sport*, vol. 29, no. 2, pp. 135–143, 2012, doi: 10.5604/20831862.990466.
 - [12] S. Tan, W. Li, and J. Wang, “Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes,” *Journal of Sports Science and Medicine*, vol. 11, no. 3, pp. 495–501, 2012.
 - [13] S. Rahbar *et al.*, “Improvement in biochemical parameters in patients with type 2 diabetes after twenty-four sessions of aerobic exercise: A randomized controlled trial,” *Iranian Red Crescent Medical Journal*, vol. 19, no. 7, 2017, doi: 10.5812/ircmj.13931.
 - [14] L. Biagi *et al.*, “Accuracy of continuous glucose monitoring before, during, and after aerobic and anaerobic exercise in patients with type 1 diabetes mellitus,” *Biosensors*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.3390/bios8010022.
 - [15] S. Y. M. Teo *et al.*, “Exercise timing in type 2 diabetes mellitus: A systematic review,” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 50, no. 12, pp. 2387–2397, 2018, doi: 10.1249/MSS.0000000000001732.
 - [16] J. L. Jarvie *et al.*, “Aerobic fitness and adherence to guideline-recommended minimum physical activity among ambulatory patients with type 2 diabetes mellitus,” *Diabetes Care*, vol. 42, no. 7, pp. 1333–1339, 2019, doi: 10.2337/dc18-2634.
 - [17] C. Poblete-Aro *et al.*, “Efecto del ejercicio físico sobre marcadores de estrés oxidativo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2,” *Revista médica de Chile*, vol. 146, no. 3, pp. 362–372, 2018, doi: 10.4067/s0034-98872018000300362.
 - [18] S. L. Chiang, M. M. L. Heitkemper, Y. J. Hung, W. C. Tzeng, M. S. Lee, and C. H. Lin, “Effects of a 12-week moderate-intensity exercise training on blood glucose response in patients with type 2 diabetes: A prospective longitudinal study,” *Medicine (United States)*, vol. 98, no. 36, 2019, doi: 10.1097/MD.00000000000016860.
 - [19] N. Kränkel *et al.*, “Exercise training to reduce cardiovascular risk in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus: How does it work?,” *European Journal of Preventive Cardiology*, vol. 26, no. 7, pp. 701–708, 2019, doi:

- 10.1177/2047487318805158.
- [20] B. Pan *et al.*, “Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and network meta-analysis,” *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 15, no. 1, pp. 1–14, 2018, doi: 10.1186/s12966-018-0703-3.
- [21] D. Yang, Y. Yang, Y. Li, and R. Han, “Physical Exercise as Therapy for Type 2 Diabetes Mellitus: From Mechanism to Orientation,” *Annals of Nutrition and Metabolism*, vol. 74, no. 4, pp. 313–321, 2019, doi: 10.1159/000500110.
- [22] M. Verboven *et al.*, “Effect of Exercise Intervention on Cardiac Function in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review,” *Sports Medicine*, vol. 49, no. 2, pp. 255–268, 2019, doi: 10.1007/s40279-018-1003-4.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
