

Dengan Aktivitas Fisik Apa bisa mengontrol Diabetes Mellitus: Tinjauan Sistematis

Alviani Dyah Rahmawati^{1✉}, Miftachul A'la¹, Azizah Rahmawati², Tommy Rizki Prasetyo¹, Amir Maulana¹

¹Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan/Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Wahid Hasyim, Jawa Tengah, Indonesia

²Fakultas Kesehatan dan Pendidikan/Program Studi Fisioterapi, Universitas Muhammadiyah Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia

Corresponding author*

Email: alvianidyahr@unwahas.ac.id

Info Artikel

Kata Kunci:

Aktivitas Fisik; T1DM; T2DM

Keywords:

Physical Activity; T1DM; T2DM

Abstrak

Tujuan penelitian review artikel ini adalah mengkaji dan menganalisis dampak dari aktivitas fisik untuk mengontrol penyakit diabetes mellitus, Aktivitas fisik apa saja yang bisa digunakan untuk mengontrol penyakit diabetes mellitus. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan artikel ini menggunakan database google scholar, scopus.com, Elsevier, mandeley.com, researchgate. Untuk mendapatkan artikel menggunakan kata kunci Aktivitas Fisik, Senam Aerobik, Berjalan, Berenang, Bersepeda, *Treadmill*, T1DM, T2DM. Yang diterbitkan mulai tahun 2019 sampai 2024. Hasil yang diperoleh dari 19 artikel menunjukkan bahwa aktivitas fisik dapat mengontrol penyakit diabetes mellitus. Kesimpulan hasil review artikel ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik dapat mengontrol diabetes mellitus, seperti aktivitas fisik berjalan selama 6 menit setiap hari dengan intensitas rendah ke sedang selama 2 minggu berturut-turut kemudian dicek kadar gula didalam darah seorang penderita diabetes mellitus ini berkurang. Senam selama 5 hari berturut-turut sehari 30 menit dengan pengontrolan makan terhadap penderita diabetes mellitus membuktikan dapat mengurangi kadar gula didalam darah pasien penderita diabetes mellitus. Penelitian review artikel ini memberikan gambaran bahwa dengan aktivitas fisik yang terkontrol pada pasien diabetes mellitus tipe 1 dan 2 dapat memberikan dampak yang baik untuk pengontrolan dari penyakit diabetes mellitus.

Abstract

The purpose of this article review research is to examine and analyze the impact of physical activity on controlling diabetes mellitus, and what types of physical activity can be used to control diabetes mellitus. The methods used to complete this article are Google Scholar, Scopus.com, Elsevier, Mendeley.com, and ResearchGate databases. To obtain articles using the keywords Physical Activity, Aerobic Exercise, Walking, Swimming, Cycling, Treadmill, T1DM, T2DM, published from 2019 to 2024. The results obtained from 19 articles indicate that physical activity can control diabetes mellitus. The conclusion of this article review shows that physical activity can control diabetes mellitus. For example, physical activity such as walking for 6 minutes daily at low to moderate intensity for 2 consecutive weeks resulted in a decrease in blood sugar levels in a diabetes mellitus patient. Exercise for 5 consecutive days, 30 minutes a day, with dietary control for diabetes mellitus patients, was proven to reduce blood sugar levels in diabetes mellitus patients. This article review study provides an overview

that controlled physical activity in patients with type 1 and 2 diabetes mellitus can have a positive impact on the control of diabetes mellitus.

© 2025 Author

□ Alamat korespondensi:

Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan/Program Studi Pendidikan
Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Wahid Hasyim, Jawa Tengah,
Indonesia

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit kronis degeneratif, tidak dapat disembuhkan tetapi dapat dikontrol. Studi epidemiologi telah menunjukkan tren peningkatan jumlah kasus dan insiden diabetes tipe 2 di berbagai wilayah di dunia. Pilar utama manajemen diabetes adalah perencanaan makan, aktivitas fisik, obat penurun gula darah, dan konseling (Vitug et al., 2020). Dengan gaya hidup seimbang, seperti pola makan yang baik dan aktivitas fisik teratur, diabetes melitus dapat dikelola. Dalam kasus diabetes tipe 1 (tergantung insulin), aktivitas fisik menjadi elemen yang sangat penting untuk perkembangan fisik dan mental. Aktivitas fisik berfungsi sebagai faktor utama, sekaligus memainkan peran penting dalam mengontrol diabetes (Flensted-Jensen et al., 2021). Aktivitas fisik memberikan banyak manfaat positif bagi orang sehat maupun penderita diabetes dari segala usia. Penelitian tentang aktivitas fisik menunjukkan dampak positif pada diabetes tipe 1 dan 2 (Sardar et al., 2014).

Aktivitas fisik yang direkomendasikan pada review artikel ini seperti aerobik, jogging, berenang, tai chi, bersepeda statistik. Aktivitas aerobik yang direkomendasikan adalah seperti aerobik dengan intensitas sedang frekuensi 30-60 menit per hari (Colberg et al., 2016; H et al., 2018; Hinojosa & Heiss, 2017). Jogging merupakan aktivitas fisik yang menyenangkan, jogging ini bisa dilakukan oleh siapa saja. Banyak orang yang tidak tahu ternyata jogging dengan program dapat untuk mengontrol penyakit diabetes melitus. Jogging dengan frekuensi 15 menit dapat mengurangi kadar gula dalam darah dan respon glikemik secara keseluruhan pada seseorang orang dewasa dan merupakan komponen yang realistis dan efektif untuk pengendalian DM tipe 1 (Pulungan et al., 2021).

Aktivitas fisik di luar ruangan sangat penting untuk kesehatan tubuh, dan berenang juga dapat mengontrol diabetes melitus. Berenang secara teratur, 2 hingga 3 kali seminggu dengan intensitas sedang, dapat mengontrol hingga 24 jam atau lebih (Senefeld et al., 2019). Tai Chi adalah olahraga dengan intensitas sedang. Intensitas sedang ini sangat

cocok untuk mengatur glukosa darah pada DM. Praktik Chi dapat meningkatkan regulasi glukosa darah, keseimbangan, gejala neuropati, serta aspek tertentu dari kualitas hidup pasien diabetes yang menderita neuropati (Ahn & Song, 2012; Tsang et al., 2007). Latihan menggunakan sepeda listrik menghilangkan peningkatan ekspresi NPY, yang mengurangi diabetes. Hasil ini menunjukkan kemungkinan bahwa olahraga sepeda listrik menghambat peningkatan keinginan makan yang menyebabkan diabetes (Bourne et al., 2019).

Solusi yang diberikan penulis untuk memecahkan masalah di awal yaitu dengan mengelompokkan hasil temuan artikel penelitian yang ada dengan pengaruh aktivitas fisik untuk mengontrol diabetes melitus. Dengan masalah yang dikemukakan, penulis artikel ini memiliki tujuan untuk menganalisis hasil penelitian yang telah dipublikasikan dan telah ada melalui Google Scholar, Scopus.com, Mendeley.com, dan Researchgate. Dan dapat diambil topik menjadi pengaruh aktivitas fisik untuk mengontrol diabetes melitus.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian tinjauan pustaka. Metode yang digunakan adalah mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber literatur yang relevan. Google Scholar, Scopus, dan Mendeley.com digunakan untuk mengkaji artikel yang sesuai dengan pencarian. Kriteria yang ditetapkan adalah artikel yang telah melalui proses peer review. Artikel yang digunakan adalah publikasi dari tahun 2019 hingga 2024.

Meskipun dapat dikelola, DM merupakan penyakit degeneratif kronis yang harus diperhatikan kesehatan dunia karena tidak dapat disembuhkan. Baik insiden maupun prevalensi diabetes tipe 2 meningkat secara global, menurut studi epidemiologi. Manajemen diri menjadi penting karena penyakit ini persisten. Perencanaan diet, olahraga, obat penurun gula darah, dan konseling adalah pilar utama manajemen diabetes. Diet sehat dan olahraga teratur adalah dua pilar yang penting untuk mengelola penyakit kronis. Aktivitas fisik

sangat penting bagi perkembangan fisik dan mental individu penderita diabetes tipe 1, dan secara umum merupakan faktor kunci dalam mengelola diabetes tipe 1 dan tipe 2. Meskipun demikian, masih ada kesenjangan pengetahuan dalam masyarakat meskipun hal itu penting. Banyak orang yang tidak menyadari bahwa latihan dasar seperti jalan kaki dapat secara efektif mengontrol diabetes melitus jika dilakukan dengan program yang tepat.

Informasi tentang aktivitas tertentu, seperti aerobik, berjalan, berenang, tai chi, dan bersepeda statistik, seringkali tersebar dan perlu diperbarui sesuai dengan penemuan medis terbaru, meskipun banyak penelitian berdasarkan aktivitas fisik telah menunjukkan efek positif. Tinjauan sistematis dilakukan untuk mengklasifikasikan dan menyiarkan hasil artikel penelitian terbaru yang diterbitkan antara tahun 2019 dan 2024. Untuk mengatasi masalah pengelolaan diabetes melitus, penulis bermaksud menyajikan analisis komprehensif yang meninjau secara sistematis mengenai dampak aktivitas fisik terhadap pemantauan diabetes mellitus.

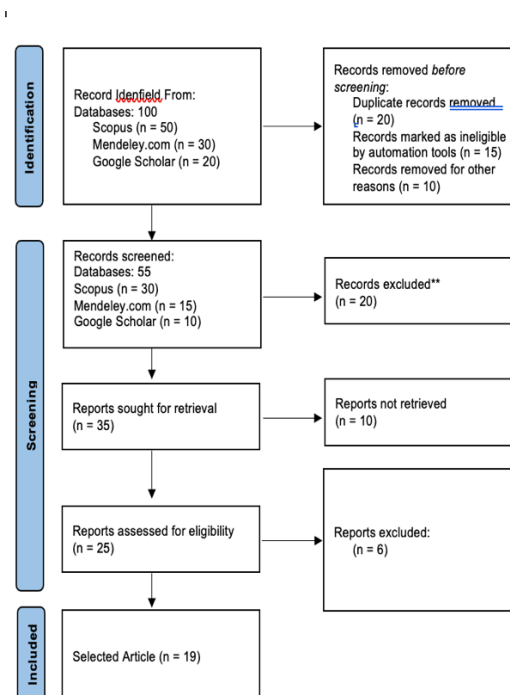
Metode dan Desain

Proses pencarian literatur meliputi pemeriksaan “kata kunci”, “judul”, dan

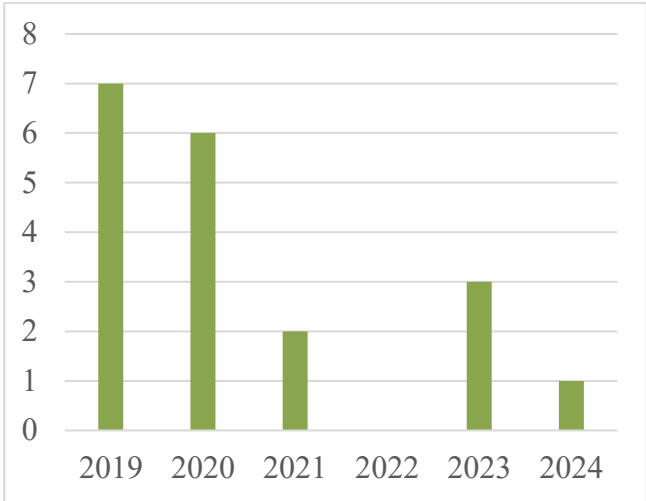
“abstrak”, serta “teks lengkap” dari artikel yang ditemukan. Penelitian ini mengaplikasikan pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA). Verifikasi adanya duplikat artikel serupa dilakukan dengan tools Mendeley Duplikat yang kemudian diikuti dengan pemeriksaan oleh penulis. Tim peneliti menilai “judul” dan “abstrak” dan kemudian menilai “teks lengkap” untuk menilai kualitas dengan skor 2 = layak, 1 = cukup layak dan 0 = tidak layak. Data yang dikumpulkan akan dikompilasi, dianalisis, dan pada akhirnya akan disimpulkan sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan. Kata kunci yang digunakan untuk mencari yaitu aktivitas fisik, Latihan Aerobik, Berjalan, Berenang, Berkendara, HIIT, T1DM, T2DM. Pencarian literatur dibatasi pada periode 2019-2023 dan dilakukan di database elektronik Scopus, Mendeley.com.

HASIL

Sampel akhir penelitian ini terdiri dari 18 artikel (n=18) (Tabel 1). Artikel-artikel dari tahun 2019 (7), 2020 (6), 2021 (2), 2022 (0), 2023 (3), 2024 (1) disertakan. Jumlah dan proporsi publikasi yang menjadi bagian dari investigasi yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Seleksi Artikel PRISMA



Gambar 2. Jumlah artikel yang disertakan

Hasil review setiap artikel yang dianalisis sebagai berikut

Tabel 1. Hasil Review

No	Kategori	Isi
1	Penulis	Gilani, et all
	Judul	Pengaruh Latihan Fisik Aerobik terhadap Kesehatan Mental dan Harga Diri Pasien Diabetes Melitus Tipe 2
	Tujuan	Untuk memeriksa efek dari latihan aerobik pada kesehatan mental dan harapan diri pada pasien diabetes melitus tipe 2.
	Penelitian	Metode
	Metode	Menggunakan metode eksperimen, Teknik Pengumpulan data dengan Kuesioner Rosenberg Self-Esteem mencakup sepuluh item yang mengukur perasaan positif dan negatif dari orang-orang tersebut tentang dirinya sendiri. Instrumen menggunakan Kuesioner.
	Penelitian	Intervensi
	Intervensi	Kelompok intervensi, rata-rata, melakukan tiga sesi 45 hingga 60 menit seminggu selama dua belas minggu di bawah pengawasan seorang pendidik fisik yang sama-sama menjelaskan program ini kepada semua peserta. Sesi pertama dimulai dengan 45 menit dan secara bertahap mencapai 60 menit untuk mengajarkan prinsip kelebihan beban. Setiap sesi latihan dimulai dengan pemanasan dan berjalan lambat, diikuti dengan latihan ketahanan di treadmill selama 15 hingga 30 menit yang akhirnya berakhir dengan pendinginan. Protokol untuk latihan aerobik adalah sebagai berikut. Intensitas latihan, yang diperoleh dengan mengukur pulsa pada pergelangan tangan kiri radial selama waktu satu menit, disamakan dengan 60% oksigen yang dikonsumsi secara maksimal. Konsumsi oksigen maksimum dikendalikan menggunakan detak jantung (HRR). Target detak jantung disamakan dengan detak jantung istirahat + (denyut jantung maksimum – detak jantung istirahat) × 0,6. Dan akhirnya, detak jantung maksimum dihitung sesuai dengan rumus berikut: 220 - usia pasien. Selama periode ini, kelompok kontrol diminta untuk tidak melakukan olahraga atau latihan fisik dan mereka mengelilinginya dan diminta setiap minggu untuk memastikan mereka tidak akan melakukan olahraga atau olahraga. Pada akhir dua belas minggu, pasca-tes dilakukan dan kuesioner Kesehatan Umum dan Rosenberg diselesaikan oleh para peserta untuk menentukan perbedaan antara kelompok intervensi dan kontrol.
	Hasil	Studi ini menemukan bahwa latihan aerobik selama 12 minggu memiliki efek signifikan pada harapan diri (0,001) dan kesehatan mental (0,020), subskala gejala fisik (0,001), dan kecemasan dan insomnia (0,044). Sebagai strategi yang efektif, latihan aerobik secara teratur memainkan peran penting dalam meningkatkan harapan diri dan kesehatan mental, dan juga dalam meningkatkan kualitas hidup penderita diabetes.
	Penelitian	

2	Penulis	Jonathon W, et all
	Judul	Peningkatan Respons Kardiovaskular terhadap Uji Jalan 6 Menit pada Penderita Diabetes Tipe 2
	Tujuan Penelitian	Untuk membandingkan kinerja tes berjalan kaki 6 menit (6MWT) dan respons kardiovaskular antara orang-orang dengan diabetes tipe 2 dan subjek kontrol tanpa diabetes yang cocok dari segi usia, komposisi tubuh, aktivitas fisik yang diukur, serta perkiraan kapasitas aerobik.
	Metode Penelitian	Respons kardiovaskular dan jarak berjalan selama tes berjalan kaki 6 menit (6MWT) dinilai pada 30 orang dengan diabetes tipe 2 yang dicocokkan berdasarkan usia, komposisi tubuh, aktivitas fisik, dan perkiraan kapasitas aerobik dengan 34 subjek kontrol tanpa diabetes. Kelompok diabetes tipe 2 terdiri dari 16 pria, berusia $59,8 \pm 8,8$ tahun, memiliki $33,3 \pm 10,9\%$ lemak tubuh, aktivitas fisik harian 7.968 ± 3.236 langkah/hari, serta perkiraan kapasitas aerobik $31,9 \pm 11,1$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$. Sementara itu, kelompok kontrol terdiri dari 19 pria, berusia $59,3 \pm 8,8$ tahun, memiliki $32,7 \pm 8,5\%$ lemak tubuh, aktivitas fisik harian 8.228 ± 2.941 langkah/hari, serta perkiraan kapasitas aerobik $34,9 \pm 15,4$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$.
	Sampel	Tiga puluh orang dengan diabetes tipe 2 (16 pria, 14 wanita) dan 34 subjek kontrol tanpa diabetes (19 pria, 15 wanita).
3	Hasil Penelitian	Dengan metode berjalan selama 6 menit, aktivitas ini berpengaruh dan secara signifikan kadar gula darah menurun.
	Penulis Tahun	Yuehan Wang, et all 2019
	Judul	Lari di Waktu Luang Mengurangi Risiko Diabetes Tipe 2
	Tujuan Penelitian	Untuk memeriksa hubungan antara waktu luang untuk berjalan dan insiden diabetes tipe 2 setelah disesuaikan dengan pembaur potensial, termasuk jenis lain dari aktivitas fisik aerobik.
	Metode Penelitian	Peserta adalah 19.347 orang dewasa berusia 18–100 tahun yang bebas dari penyakit kardiovaskular, kanker, dan diabetes pada awal penelitian, serta menerima setidaknya dua pemeriksaan medis pencegahan antara tahun 1974 dan 2006. Berjalan dan jenis aktivitas fisik aerobik lainnya dinilai melalui laporan mandiri mengenai kegiatan waktu luang. Diabetes tipe 2 didefinisikan sebagai glukosa puasa ≥ 126 mg/dL (7,0 mmol/L), diagnosis oleh dokter, atau penggunaan insulin.
4	Sampel	Peserta adalah 19.347 orang dewasa berusia 18-100 tahun.
	Hasil Penelitian	Berpartisipasi dalam waktu luang untuk berjalan mengontrol diabetes tipe 2 pada orang dewasa. Hubungan dosis–respons linier yang konsisten diamati antara berbagai parameter berjalan dan insiden diabetes tipe 2, sehingga mendukung rekomendasi berjalan sebagai aktivitas fisik untuk mencegah diabetes tipe 2.
	Penulis Tahun	Trevor Teich 2019
	Judul	Kemajuan dalam Olahraga, Aktivitas Fisik, dan Diabetes Melitus
	Tujuan Penelitian	Bertujuan mencegah diabetes tipe 2
4	Metode Penelitian	Lima belas peserta yang hidup dengan diabetes tipe 1 (6 wanita, 9 pria), seluruhnya menggunakan terapi pompa insulin, melakukan empat sesi latihan puasa di klinik ($\approx 55\%$ dari kapasitas aerobik maksimal) yang berlangsung selama 45 menit dalam kondisi: (a) tanpa intervensi (kontrol), (b) pengurangan basal insulin sebesar 50% pada awal latihan, (c) konsumsi 40 g karbohidrat oral (20 g diberikan sebagai dextrose dan 20 g saat latihan dimulai dan setengah jalan berlangsung), atau (d) dosis subkutan 150 μ g glukagon (yaitu, mini-dosed glukagon/MDG).
	Sampel	Lima belas peserta yang hidup dengan diabetes tipe 1 (6 wanita, 9 pria), seluruhnya menggunakan terapi pompa insulin, melakukan empat sesi latihan puasa di klinik.
	Hasil Penelitian	Dengan berolahraga dan beraktivitas fisik, seseorang dapat mendukung upaya pencegahan diabetes melitus tipe 1.

5	Penulis Tahun Judul	Soheir S. 2019 Efek Dosis Berbeda Latihan Interval pada Kontrol Glikemik pada Penderita Prediabetes: Uji Coba Terkontrol Acak
	Tujuan Penelitian	Untuk menyelidiki efek dari dosis HIIT yang berbeda terhadap kontrol glikemik pada individu dengan prediabetes.
	Metode Penelitian	Desain percobaan terkontrol tunggal, diblok, dan acak digunakan dalam penelitian ini. Peserta dikecualikan apabila memiliki riwayat diabetes, kanker, neuropati prediabetes, stroke, emboli paru, atau masalah muskuloskeletal lain yang membatasi aktivitas fisik. Sebanyak 60 peserta (33 pria dan 27 wanita) diacak dibagi jadi tiga kelompok yang sama besar (masing-masing $n = 20$): kelompok HIIT volume rendah (LV-HIIT), kelompok HIIT volume tinggi (HV-HIIT), atau kelompok kontrol yang tidak melakukan latihan.
	Sampel	Percobaan ini melibatkan 60 orang dewasa muda dengan prediabetes (32 laki-laki dan 28 perempuan).
	Hasil Penelitian	Setelah menjalani program latihan, masing-masing kelompok menunjukkan perubahan yang berbeda. HIIT ditemukan efektif prediabetes, dengan HV-HIIT terbukti lebih efektif dibandingkan LV-HIIT dalam menurunkan A1C, FBG, serta mengurangi risiko perkembangan diabetes tipe 2 pada orang dewasa muda dengan prediabetes.
6	Penulis Tahun Judul	Bourne, et all 2019 Bersepeda dengan bantuan listrik untuk individu dengan diabetes melitus tipe 2: protokol untuk uji coba terkontrol acak percontohan
	Tujuan Penelitian	Meningkatkan aktivitas fisik pada individu dengan diabetes melitus tipe 2 (T2DM).
	Metode Penelitian	Uji coba pilot terkontrol dengan daftar tunggu dua lengan paralel akan dilakukan. Empat puluh orang dengan T2DM akan diberikan secara acak, dengan rasio alokasi 1:1, ke kelompok intervensi e-cycling atau kelompok kontrol daftar tunggu. Rekrutmen dan penyaringan akan ditutup setelah 20 peserta ditempatkan ke setiap lengan studi. Intervensi melibatkan latihan e-bike dengan instruktur berlisensi serta penyediaan e-bike selama 12 minggu. Data akan dikumpulkan pada baseline, selama intervensi, dan segera setelah intervensi menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif.
	Intervensi	Intervensi yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas fisik pada individu dengan T2DM.
	Sampel	Empat puluh orang dengan T2DM akan diberikan secara acak.
	Hasil Penelitian	Terdapat peningkatan upaya untuk mencegah penyakit diabetes melitus tipe 2 dengan menggunakan metode e-bike.
7	Penulis Tahun Judul	Hossein Nakhaei 2019 Efek Latihan Renang terhadap Asprosin, Profil Lipid, Glukosa, dan Resistensi Insulin pada Tikus dengan Sindrom Metabolik
	Tujuan Penelitian	Untuk menyelidiki efek dari latihan berenang kontinu dan interval terhadap respirasi, profil lipid, konsentrasi glukosa, dan tingkat serum resistensi insulin pada tikus dengan sindrom metabolik.
	Metode Penelitian	Dengan menggunakan metode eksperimen, analisis biokimia serum dilakukan. Konsentrasi serum irisin (intra-assay: 0,75 ng/mL; sensitivitas: 0,02 ng/mL, Zell Bio–Jerman), insulin (uji intra-assay: 3,3%; sensitivitas: 0,07 µg/L, Mercodia–Swedia), dan profil lipid (Pars Azmoon–Iran) dianalisis menggunakan tikus sesuai instruksi kit. Uji Shapiro-Wilk menentukan normalitas data sebelum analisis statistik dilakukan. Uji post hoc Tukey dan ANOVA satu arah digunakan untuk memeriksa data. ANOVA pengukuran berulang 8×4 (desain faktorial campuran) digunakan untuk membandingkan berat badan dan hasil uji berat badan karena data memiliki distribusi normal. Hubungan antar variabel diperiksa menggunakan koefisien korelasi Pearson. Perangkat lunak SPSS versi

		20 digunakan untuk semua analisis statistik, dengan tingkat signifikansi $P < 0,05$.
	Sampel	Empat puluh delapan tikus Wistar jantan, yaitu kelompok diet standar (SD) dan diet tinggi lemak (HD), dan menerima masing-masing diet tersebut selama 12 minggu tanpa rangsangan olahraga. Setelah periode ini, hewan secara acak dibagi lagi menjadi empat kelompok ($n = 8$): kelompok diet standar kontrol normal (NC), kelompok kontrol (Ctr), kelompok latihan kontinu (beban 0–3% massa tubuh, 5 hari/minggu selama 8 minggu; CT), dan kelompok latihan interval (beban 5–16% massa tubuh, 5 hari/minggu selama 8 minggu; IT).
	Hasil Penelitian	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa latihan berenang efektif untuk menurunkan kadar gula darah, sehingga dapat digunakan dalam upaya mengatasi diabetes melitus.
8	Penulis Tahun	Keiko Iwai, et all 2020
	Judul	Kegunaan Olahraga untuk Pengendalian Tekanan Darah di Rumah pada Penderita Diabetes: Protokol Penelitian untuk Uji Coba Terkontrol Acak Silang
	Tujuan Penelitian	Untuk memeriksa efek terapi latihan aerobik terhadap tekanan darah di rumah pada pasien dengan diabetes.
	Metode Penelitian	Menggunakan Metode eksperimen Menggunakan metode eksperimen, uji coba terkontrol acak crossover ini melibatkan 110 pasien dengan diabetes tipe 2 yang secara acak ditugaskan ke dua kelompok: kelompok latihan-sebelum dan kelompok tertinggal-latihan. Selama periode latihan, pasien diinstruksikan untuk berjalan kaki selama 30 menit dua kali per hari atau 60 menit sekali per hari, setidaknya 3 hari per minggu. Selama periode non-latihan, pasien diperbolehkan melakukan aktivitas fisik yang berkaitan dengan kegiatan hidup sehari-hari. Pasien kemudian diikuti selama 56 hari. Analisis data menggunakan uji t berpasangan untuk menguji hipotesis nol bahwa kelompok tertinggal-latihan dan kelompok latihan-sebelumnya memiliki titik akhir primer yang setara.
	Sampel	110 pasien dengan diabetes tipe 2
	Hasil Penelitian	Berhasil, hasil uji coba terkontrol acak ini dapat meningkatkan motivasi berolahraga pada penderita diabetes, serta berpotensi menurunkan kerusakan organ target dan risiko kematian secara keseluruhan.
9	Penulis Tahun	Sasan Amanat, et all 2020
	Judul	Latihan diabetes type 2
	Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui efek olahraga teratur pada pencegahan diabetes serta metabolisme glukosa dan energi jangka pendek, dan untuk meninjau pengaruh olahraga terhadap komplikasi paling umum dari diabetes tipe 2, termasuk penyakit kardiovaskular, dislipidemia, nefropati, neuropati, dan retinopati.
	Metode Penelitian	Dengan metode survei, aktivitas fisik teratur pada intensitas sedang hingga kuat dievaluasi. Berlari, jogging, bersepeda, dan berenang merupakan contoh latihan aerobik yang dinilai.
	Sampel	Prevalensi diabetes melitus tipe 2 cenderung tinggi di negara maju maupun negara berkembang, dipengaruhi oleh perubahan gaya hidup, pola makan, dan faktor risiko metabolik.
	Hasil Penelitian	Latihan aerobik, latihan resistensi, maupun kombinasi keduanya terbukti mampu memodulasi kadar sitokin dan adipokin pada pria dengan obesitas, sehingga berkontribusi terhadap penurunan resistensi insulin.
10	Penulis Tahun	Mielke et al., 2020 2020
	Judul	Partisipasi dalam kegiatan olahraga/rekreasi dan dampak hipertensi, diabetes, dan obesitas pada orang dewasa
	Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara partisipasi dalam Structured Recreational Activities (SRAs) dan insiden hipertensi, diabetes, serta obesitas selama periode enam tahun pada kohort orang dewasa Australia paruh baya.

	Metode Penelitian	Menggunakan metode survei
	Sampel	Survei melalui surat (mail survey) pada tahun 2007, 2009, 2011, dan 2013 digunakan untuk mengumpulkan data mengenai partisipasi dalam 11 Structured Recreational Activities (SRAs) selama 12 bulan terakhir, serta informasi mengenai kejadian hipertensi, diabetes, tinggi badan, dan berat badan yang dilaporkan sendiri oleh responden. Aktivitas seperti berlari, tenis, olahraga tim, kelas olahraga, dan pelatihan ketahanan dikaitkan dengan penurunan risiko hipertensi. Selain itu, partisipasi dalam SRAs juga berhubungan dengan insiden hipertensi, diabetes, dan obesitas yang lebih rendah pada orang dewasa paruh baya selama periode enam tahun.
	Hasil Penelitian	(n = 8784), Penelitian ini melibatkan sekelompok orang dewasa usia < 40 tahun di Brisbane, Australia. Survei surat pada tahun 2007, 2009, 2011, dan 2013 digunakan untuk mengumpulkan data mengenai partisipasi dalam 11 jenis Structured Recreational Activities (SRAs) selama 12 bulan terakhir, serta data hipertensi, diabetes, tinggi badan, dan berat badan yang dilaporkan sendiri oleh responden.
11	Penulis Tahun Judul	Dari hasil survei yang diterima kembali, data kemudian dikelompokkan berdasarkan karakteristik sosiodemografis. Hasil analisis menunjukkan bahwa aktivitas fisik berperan dalam mengurangi risiko penyakit diabetes melitus pada orang dewasa usia pertengahan di Brisbane, Australia. Eni Hastuti 2020 Analisis Intervensi Senam Diabetes Dalam Upaya Menurunkan Kadar Gula Darah
	Tujuan Penelitian	Meskipun dapat dikelola, diabetes melitus (DM) adalah penyakit degeneratif kronis yang menjadi perhatian global karena sifatnya yang tidak dapat disembuhkan.
	Metode Penelitian	desain quasi experiment memakai rancangan non-equivalent control group design sederhana serta pendekatan studi kasus.
	Sampel	2 orang
	Hasil Penelitian	Studi kasus yang dilakukan selama 5 hari, dengan sesi latihan masing-masing 30 menit, menunjukkan bahwa praktik senam diabetes dapat menurunkan kadar glukosa darah pada individu yang menderita diabetes melitus sebesar 7,1%.
12	Penulis Tahun Judul Tujuan Penelitian Metode Penelitian Sampel	Ilham Kamaruddin 2020 Penurunan gula darah pada D dengan latihan senam untuk lansia. Untuk mengetahui senam terhadap kadar gula dalam darah bagi lansia eksperimen dengan desain 1 kelompok pre dan post setelah di berikan perlakuan.
	Hasil Penelitian	Dua puluh pasien diabetes lanjut usia yang berobat di klinik Ain-Nur di Kabupaten Sinjai dipilih melalui pengambilan sampel yang bijaksana, berdasarkan kriteria inklusi berikut: Wanita usia 50 hingga 70 tahun. Penurunan kadar gula darah yang signifikan pada pasien diamati setelah melakukan senam untuk penderita diabetes lanjut usia, dengan variasi rata-rata 18,23 mg/dL antara tes awal dan tes akhir.
13	Penulis Tahun Judul	Jiang, et all 2020 Latihan fisik aerobik pada intensitas oksidasi lemak maksimal meningkatkan komposisi tubuh, kontrol glikemik, dan kapasitas fisik pada orang lanjut usia dengan diabetes tipe 2.
	Tujuan Penelitian	Untuk menyelidiki efek latihan olahraga yang dilakukan pada intensitas oksidasi lemak maksimal (FATmax) terhadap komposisi tubuh, kontrol glikemik, profil lipid, dan kapasitas fisik pada orang tua dengan diabetes tipe 2.
	Metode Penelitian	eksperimen. Analisis independent t-test dilakukan pada awal penelitian untuk membandingkan kemungkinan perbedaan pada variabel yang diukur antara kelompok latihan dan kelompok kontrol. Efek latihan FATmax terhadap

		<p>variabel yang diukur dianalisis menggunakan desain faktorial 2×2 (dua kali pengukuran: sebelum dan sesudah percobaan \times dua kelompok: latihan dan kontrol) dengan split-plot ANOVA.</p> <p>Ukuran efek (<i>effect size/ES</i>) dari variabel yang diukur setelah intervensi dihitung. Perbandingan dalam kelompok selama periode intervensi dievaluasi menggunakan paired t-test. Berdasarkan data perubahan persentase lemak tubuh setelah latihan FATmax pada pasien diabetes dari penelitian sebelumnya, ukuran sampel kelompok latihan dihitung minimal $n = 10$ untuk $\alpha = 0,05$ (dua ekor) dan daya uji power 0,80, Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik.</p> <p>SPSS versi 22 untuk Windows (SPSS Inc., USA)</p>
	Sampel	<p>Sebanyak 49 peserta (24 wanita dan 25 pria) dengan diabetes tipe 2, berusia 60–69 tahun, dilibatkan dalam penelitian ini. Kelompok latihan mengikuti program latihan individu pada intensitas FATmax selama 1 jam per hari, 3 hari per minggu, selama 16 minggu. Selama periode eksperimen, tidak ada intervensi diet yang diperkenalkan atau diubah.</p>
	Hasil Penelitian	<p>Intensitas FATmax berada pada $41,3 \pm 3,2\%$ VO₂max untuk wanita dan $46,1 \pm 10,3\%$ VO₂max untuk pria. Kelompok latihan menunjukkan perbaikan yang signifikan pada komposisi tubuh, dengan penurunan khusus pada obesitas perut; penurunan konsentrasi glukosa darah puasa dan HbA1c; serta peningkatan VO₂max, kemampuan berjalan, dan kekuatan tubuh bagian bawah, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak berolahraga. Asupan energi harian dan obat-obatan tetap tidak berubah untuk semua peserta selama periode eksperimen.</p> <p>Kesimpulan: Selain perbaikan pada variabel laboratorium, latihan FATmax individu juga mampu meningkatkan kapasitas fisik harian pada orang tua dengan diabetes tipe 2.</p>
14	Penulis Tahun	Jensen, et all 2021
	Judul	Enam Minggu Pelatihan Siklus Intensitas Tinggi Mengurangi Emisi H ₂ O ₂ dan Meningkatkan Kadar Protein Antioksidan pada Orang Dewasa Obesitas dengan Faktor Risiko Diabetes Tipe 2.
	Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui apakah latihan dengan intensitas tinggi (HIIT) menggunakan bersepeda dapat menurunkan Reactive Oxygen Species (ROS) serta meningkatkan kapasitas antioksidan dalam sel otot.
	Metode Penelitian	Eksperimen. Analisis korelasi Pearson dilakukan untuk menilai hubungan antara perubahan kandungan protein dan emisi H ₂ O ₂ . Analisis statistik dilakukan menggunakan SAS Enterprise Guide 4.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Hasil disajikan sebagai rata-rata \pm SD dalam tabel dan mean \pm interval kepercayaan 95% dalam grafik. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $P < 0,05$.
	Sampel	12 subjek obesitas menetap berisiko mengembangkan Type 2 Diabetes (T2D).
	Hasil Penelitian	<p>Aspek penting lain dari temuan kami adalah bahwa efek positif dari HIIT terjadi meskipun total waktu latihan relatif kecil. Subjek menyelesaikan 3 sesi per minggu, dengan total 18 sesi, namun waktu aktual pada intensitas tinggi hanya sekitar 15 menit per minggu, dengan total komitmen waktu latihan 40 menit per minggu. Sebagian besar program ketahanan dengan intensitas sedang yang telah terbukti meningkatkan status antioksidan menggunakan protokol yang membutuhkan waktu latihan lebih lama secara signifikan. Dengan demikian, temuan kami menunjukkan bahwa efek menguntungkan pada status antioksidan dapat dicapai dengan model intensitas yang lebih efisien waktu.</p> <p>Selain itu, kami juga mengamati peningkatan signifikan dalam penyerapan oksigen maksimal, yang sering muncul setelah periode latihan ketahanan. Hal ini selanjutnya mendukung bahwa jenis latihan ini dapat meningkatkan kardiorespirasi umum dan manfaat kesehatan secara keseluruhan.</p>
15	Penulis Tahun	Marcotte-Chenard , D. Tremblay , M.-M. Mony, M. Brochu , I.J. Dionne, M.F. Langlois, W. Mampuya, J. Morais, D. Tessier, E. Riesco 2021

16	Judul	Low-volume walking HIIT: Efficient strategy to improve physical capacity and reduce the risk of cardiovascular disease in older women with type 2 diabetes
	Tujuan Penelitian	Untuk menguji efek latihan HIIT volume rendah dibandingkan dengan latihan kontinu intensitas sedang (MICT) pada risiko penyakit kardiovaskular dan kebugaran fisik pada wanita lanjut usia dengan diabetes tipe 2 (DT2).
	Metode Penelitian	Tiga puluh wanita lansia yang tidak aktif dengan T2D dibagi secara acak menjadi kelompok HIIT (75 menit/minggu) atau MICT (150 menit/minggu). Profil risiko kardiovaskular, meliputi profil lipid, lingkaran pinggang dan massa lemak, resistensi insulin, tekanan darah sistolik dan diastolik, serta Puncak VO ₂ , skor UKPDS, dan HbA _{1c} , serta kapasitas fisik, dinilai sebelum dan sesudah intervensi 12 minggu.
	Sampel	Tiga puluh wanita lanjut usia yang tidak aktif dengan diabetes melitus tipe 2 (T2D) di acak dalam dua kelompok, yaitu kelompok HIIT (<i>High-Intensity Interval Training</i>) dengan durasi latihan 75 menit per minggu dan kelompok MICT (Moderate-Intensity Continuous Training) dengan durasi 150 menit per minggu.
	Hasil Penelitian	Efisien untuk meningkatkan kapasitas fisik dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular pada wanita lanjut usia dengan diabetes melitus tipe 2.
	Penulis Tahun	Nazari, et all. 2023
	Judul	Dampak latihan campuran resistensi dan aerobik pada hormon pertumbuhan dan faktor inflamasi pada anak-anak penderita diabetes tipe 1: studi klinis terkontrol acak.
	Tujuan Penelitian	Menilai efek latihan resistensi-aerobik secara bersamaan terhadap faktor-faktor inflamasi terpilih dan faktor yang berhubungan dengan homeostasis glukosa darah pada anak-anak dengan T1DM.
	Metode Penelitian	Mereka menjalani program latihan 16 minggu, terdiri latihan resistensi-aerob yang dilakukan secara bersamaan selama 60 menit, tiga kali per minggu. Sebelum dan setelah latihan, sampel darah dianalisis untuk menilai homeostasis glukosa, faktor inflamasi terpilih, dan faktor pertumbuhan. Data dianalisis menggunakan paired t-test dan analisis kovarians (ANCOVA) dengan bantuan IBM SPSS versi 22.
	Sampel	Dalam uji klinis terkontrol secara acak ini, 40 anak (usia rata-rata 11,11 ± 2,29 tahun) direkrut sebagai partisipan penelitian. 40 anak (usia rata-rata 11,11 ± 2,29 tahun) di acak kelompok eksperimen (N = 20) atau kelompok kontrol (N = 20).
	Hasil Penelitian	Intervensi latihan olahraga menurunkan indeks gula darah puasa (P = 0,002) dan hemoglobin terglikasi (HbA _{1c}) secara signifikan (P = 0,003). Kadar hormon pertumbuhan meningkat secara signifikan hanya pada kelompok eksperimen (P = 0,037), sedangkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada faktor pertumbuhan lain seperti insulin-like growth factor-1 (IGF-1) (P = 0,712). Selain itu, ditemukan bahwa interleukin-1 β dan C-reactive protein sensitivitas tinggi (hs-CRP) tidak mengalami perubahan baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol dibandingkan dengan nilai pretest (P > 0,05).
	Penulis Tahun	Chis, et all. 2023
	Judul	Efek Menguntungkan Latihan Renang yang Dikaitkan dengan Pemberian Kuersetin pada Relaksasi Tergantung Nitrat Oksida Endotel di Aorta Tikus dengan Diabetes Melitus Tipe 1 yang Diinduksi Secara Eksperimental
	Tujuan Penelitian	Diabetes melitus tipe 1 berkaitan dengan stres oksidatif dan nitrosatif vaskular, yang berperan sebagai pemicu terjadinya aterosklerosis dan berbagai komplikasi kardiovaskular.
	Metode Penelitian	Tikus-tikus tersebut menjalani latihan renang intensitas moderat di dalam tangki silinder berukuran 60 × 100 × 45 cm, dengan suhu air yang dipertahankan secara konstan pada 36 °C. Protokol latihan renang dilakukan untuk memastikan stimulus latihan aerobik intensitas moderat yang seragam pada seluruh hewan uji.

18	Sampel	Analisis statistik dilakukan menggunakan ANOVA dua arah, kemudian dilanjutkan uji lanjut Bonferroni, mengidentifikasi perbedaan antarkelompok secara spesifik. Ambang batas signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$ Tikus Wistar albino jantan berusia tiga bulan dengan berat antara 260–310 g digunakan dalam penelitian ini. Semua hewan percobaan diberi pakan standar dan air ad libitum. Tikus dipelihara dalam kondisi laboratorium standar, dengan suhu diatur pada 22 ± 2 °C, kelembapan relatif 45 hingga 50%, dan siklus siang-malam dua belas jam.
	Hasil Penelitian	Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian quercetin yang dikombinasikan dengan latihan renang intensitas sedang mampu meningkatkan relaksasi yang bergantung pada nitric oxide (NO) endotel pada aorta tikus dengan diabetes melitus tipe 1 yang diinduksi secara eksperimental. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi terapi ini berpotensi meningkatkan fungsi vaskular serta berperan dalam mencegah atau mengurangi perkembangan komplikasi vaskular pada penderita diabetes.
19	Penulis Tahun	Waskito Aji Suryo Putroa, et all. 2023
	Judul	Efek latihan interval intensitas tinggi terhadap kadar gula darah pada pasien diabetes melitus tipe 2: Studi di Papua Barat Daya
	Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui pengaruh latihan interval intensitas tinggi (HIIT) terhadap kadar gula darah pada penderita diabetes melitus tipe 2.
	Metode Penelitian	Percobaan laboratorium dilakukan dengan pretest dan posttest pada 20 peserta yang menjalani latihan HIIT, termasuk lari di luar ruangan, latihan treadmill, dan sepeda statis, dengan rasio kerja–istirahat 1:3. Kadar gula darah dinilai sebelum dan sesudah intervensi.
	Sampel Hasil Penelitian	Umur 41-45 7 35%, 46-50 4 20%, 51-55 5 25%, 56-60 4 20%. Setelah intervensi HIIT, penurunan kadar glukosa darah yang signifikan secara statistik ditemukan ($p = 0,001$). Kesimpulan ini menunjukkan bahwa latihan interval intensitas tinggi bermanfaat untuk menurunkan kadar glukosa darah pada individu dengan diabetes tipe 2.
19	Penulis Tahun	Fatma Kusumawati, Saelan 2024
	Judul	Pengaruh Aktivitas Fisik Jalan Kaki Terhadap Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Dusun Kailiondo.
	Tujuan Penelitian	Untuk memahami dampak berjalan kaki terhadap kadar gula darah pada individu diabetes tipe 2 di Desa Kailiondo.
	Metode Penelitian	eksperimen pre-eksperimental (desain one group pretest–posttest).
	Sampel	35 orang yang mengalami DM tipe 2

PEMBAHASAN

Tujuan dilakukan riset mengidentifikasi aktivitas olahraga yang berpotensi berkontribusi pada pengendalian diabetes melitus. Pada penelitian review artikel ini, riset ini ingin memberikan pandangan (criticize), menggabungkan (synthesize), dan meringkas (summarize) dari 19 artikel yang diperoleh untuk mengetahui aktivitas fisik apa saja yang dapat dilakukan untuk mengontrol penyakit diabetes melitus. Setelah data terkumpul kemudian dikompilasi dan dianalisis, terdapat beberapa olahraga dengan intensitas sedang yang dapat digunakan untuk mengontrol diabetes melitus. Olahraga tersebut antara lain

senam aerobik, berjalan, berenang, bersepeda, dan HIIT.

Pada penelitian (Kurdanti & Khasana, 2018), pengobatan penderita diabetes dengan 30'' olahraga selama 6 minggu dengan frekuensi seminggu 3 kali mampu menurunkan gula darah, sedangkan kelompok olahraga 60 menit mengalami peningkatan gula darah yang signifikan. Pasien gula darah juga mengalami penurunan yang signifikan setelah diberikan perlakuan dengan bentuk yang sesuai dengan usia berupa senam aerobik dengan nilai mean pra dan pascates sebesar 18,23 mg/dL (Kamaruddin, 2020). Dengan senam aerobik, pemberian program latihan dan dosis yang tepat akan menurunkan glukosa dalam darah, serta

mengontrol peningkatan stadium diabetes melitus (Hinojosa & Heiss, 2017; Nazari et al., 2023; Wang et al., 2019)

Aktivitas fisik seperti berjalan, bersepeda, dan berenang merupakan olahraga yang menyenangkan; apabila diberikan dengan program dan dosis yang tepat pada penderita diabetes melitus akan memberikan dampak yang luar biasa pada penelitian (Sc et al., 2016). Pada penelitian (Nakhaei et al., 2019)), pelatihan berenang terbukti efektif terhadap kadar serum asprosin, profil lipid, dan konsentrasi glukosa pada tikus sindrom metabolik, yang artinya pada penelitian eksperimen tersebut berpotensi untuk disamakan kepada manusia. Sembilan belas orang dewasa yang kurang gerak ($37 \pm 6,5$ tahun) dengan T1DM secara acak ditugaskan melakukan HIIT selama 6 minggu, 12 kali latihan pada 2 minggu pertama, 16 sesi pada minggu ke-3 dan ke-4, dan 20 sesi pada dua minggu terakhir \times interval 30 detik diselingi periode istirahat 1 menit, dilakukan 3 kali seminggu atau pada kelompok kontrol yang tidak berlatih. HIIT merupakan pendekatan yang menarik untuk mengurangi risiko kardiovaskular pada individu T1DM (Alarcón-Gómez, Calatayud, et al., 2021; Alarcón-Gómez, Chulvi-Medrano, et al., 2021) Manfaat dari latihan resistensi-aerobik intensitas sedang juga terlihat pada anak-anak dengan T1DM.

KESIMPULAN

Olahraga teratur memudahkan pengaturan kadar gula darah. Pada dasarnya, penderita diabetes melitus adalah mereka yang tidak sering berolahraga dan tidak mampu mengatur asupan makanan mereka. Ketidakmampuan untuk mengatur rasa lapar adalah penyebab utama diabetes. Penderita diabetes melitus, khususnya penderita diabetes tipe 1, dapat menurunkan kadar gula darah mereka dengan melakukan olahraga fisik secara teratur dengan program dan dosis yang tepat.

Pengendalian makanan yang lebih ketat dan program aktivitas fisik yang terencana dengan baik diperlukan bagi penderita diabetes melitus tipe 2. Penderita diabetes melitus tipe 2 dapat menurunkan glukosa dalam darah mereka secara efektif dengan latihan interval intensitas tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel literatur review ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kami juga ingin berterima kasih kepada para peneliti sebelumnya yang karyanya

telah memberikan landasan ilmiah untuk penelitian ini.

REFERENSI

- Ahmad, A. M., Mahmoud, A. M., Serry, Z. H., Mohamed, M. M., & Abd Elghaffar, H. A. (2023). Effects of low-versus high-volume high-intensity interval training on glycemic control and quality of life in obese women with type 2 diabetes. A randomized controlled trial. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 21(4), 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.08.003>
- Alarcón-Gómez, J., Chulvi-Medrano, I., Martín-Rivera, F., & Calatayud, J. (2021). Effect of high-intensity interval training on quality of life, sleep quality, exercise motivation and enjoyment in sedentary people with type 1 diabetes mellitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph182312612>
- Bourne, J. E., Page, A., Leary, S., Andrews, R. C., England, C., & Cooper, A. R. (2019). Electrically assisted cycling for individuals with type 2 diabetes mellitus: Protocol for a pilot randomized controlled trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40814-019-0508-4>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Flensted-Jensen, M., Gram, M., Dela, F., Helge, J. W., & Larsen, S. (2021). Six weeks of high intensity cycle training reduces H2O2 emission and increases antioxidant protein levels in obese adults with risk factors for type 2 diabetes. *Free Radical Biology and Medicine*, 173(July), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2021.07.020>
- Hinojosa, S. L., & Heiss, C. J. (2017). A Study Examining the Effect of a Short Bout of Postprandial Walking on the Glycemic Effect of a Meal: Type 1 Diabetes. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(8),

- 654–659.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1345337>
- Kamaruddin, I. (2020). Penurunan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melalui Aktivitas Fisik Senam Bugar Lansia. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 19(2), 128.
<https://doi.org/10.20527/multilateral.v19i2.8883>
- Kang, S. J., Ko, K. J., & Baek, U. H. (2016). Effects of 12 weeks combined aerobic and resistance exercise on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(7), 2088–2093.
<https://doi.org/10.1589/jpts.28.2088>
- Kurdanti, W., & Khasana, T. M. (2018). Pengaruh durasi senam diabetes pada penurunan glukosa darah penderita diabetes mellitus tipe II. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 15(2), 37.
<https://doi.org/10.22146/ijcn.45498>
- Nakhaei, H., Mogharnasi, M., & Fanaei, H. (2019). Effect of swimming training on levels of asprosin, lipid profile, glucose and insulin resistance in rats with metabolic syndrome. *Obesity Medicine*, 15(April), 100111.
<https://doi.org/10.1016/j.obmed.2019.100111>
- Nazari, M., Shabani, R., Hassanzadeh-Rad, A., Esfandiari, M. A., & Dalili, S. (2023). Effect of concurrent resistance-aerobic training on inflammatory factors and growth hormones in children with type 1 diabetes: a randomized controlled clinical trial. *Trials*, 24(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1186/s13063-023-07553-0>
- Putro, W. A. S., Perdana, R. P., Hidayatullah, M. F., Doewes, M., Purnama, S. K., Supriyoko, A., Purnomo, E., Suwanto, W., Dewangga, M. W., & Widiyaningsih, W. R. (2023). The effects of high-intensity interval training on blood sugar levels in type 2 diabetes mellitus patients: A study in southwest Papua. *Journal of Medicinal and Pharmaceutical Chemistry Research*, 5(12), 1149–1158.
<https://doi.org/10.48309/jmpcr.2023.181875>
- Sardar, M. A., Boghrabadi, V., Sohrabi, M., Aminzadeh, R., & Jalalian, M. (2014). The effects of aerobic exercise training on psychosocial aspects of men with type 2 diabetes mellitus. *Global Journal of Health Science*, 6(2), 196–202.
<https://doi.org/10.5539/gjhs.v6n2p196>
- Sc, P. H. R. M., Phil, M., Hd, P., Path, M. W. J., & Pgdmlt, S. A. K. M. S. C. (2016). Effect of Swimming, Cycling, Walking and Yoga Exercise on Blood Glucose in Diabetes Mellitus. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(2), 347–351.
<https://doi.org/10.21275/v5i2.nov161073>
- Senefeld, J. W., D'astice, S. E., Harmer, A. R., & Hunter, S. K. (2019). Increased cardiovascular response to a 6-minute walk test in people with type 2 diabetes. *Diabetes Spectrum*, 33(1), 104–110.
<https://doi.org/10.2337/ds19-0002>
- Vitug, A., Schneider, S. H., & Ruderman, N. B. (2020). Exercise and type I diabetes mellitus. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 16(1), 285–304.
<https://doi.org/10.1249/00003677-198800160-00012>
- Wang, Y., Lee, D. chul, Brellenthin, A. G., Eijsvogels, T. M. H., Sui, X., Church, T. S., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2019). Leisure-Time Running Reduces the Risk of Incident Type 2 Diabetes. *American Journal of Medicine*, 132(10), 1225–1232.
<https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.04.035>