



Review article



Aerobic Exercise Reduce Blood Glucose in Type 2 Diabetes Mellitus

Roni Sianturi¹, Akhmad Mustofa¹

¹ Departemen Keperawatan, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

Article Info

Article History:

Submitted: Oct 15th, 2021

Accepted: Feb 25th, 2022

Published: Feb 25th, 2022

Keywords:

aerobik exercise; blood glucose; type 2 diabetes mellitus

Abstract

Diabetes mellitus type 2 is a metabolic disease caused by disruption of insulin action and characterized by hyperglycemia. Management of type 2 diabetes mellitus needs to be done to achieve optimal glycemic control to prevent various complications. Aerobic exercise walking is a way to lower blood glucose that is easy for people with type 2 diabetes mellitus. Determine the effect of aerobic exercise in lowering blood glucose in people with type 2 diabetes mellitus. The study is a literature review with the PICOC method for searching articles on databases such as Pubmed, Science Direct, Cochrane Library, and Proquest. The articles that were reviewed were limited to 2015-2020 and the types of research were quasi-experiments and randomized control trials. Seven articles match in criteria, four international articles and three national articles. Analysis of the articles showed that the characteristics of respondents were 49-65 years old, 209 men, 191 women, the average duration of type 2 diabetes mellitus was 5.3-9 years and the average HbA1C value was 6.4% - 8.4%. Glucose value in the research article showed a decrease in various glucose indicators such as HbA1C, capillary glucose, fasting glucose, and continuous glucose monitoring. Aerobic exercise in the frequency of seven days to 25 weeks with moderate to vigorous intensity, 15-60 minutes of exercise time/session, and the type of exercise is walking on a treadmill, walking 10,000 steps/day, and brisk walking. Aerobic walking exercise can lower blood glucose and is easily done by people with type 2 diabetes mellitus.

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan masalah kesehatan dunia. Prevalensi DM semakin meningkat, pada tahun 2019 tercatat sebanyak 463 juta orang (9,3%) dan berada pada usia 20-79 tahun. Dari data ini diperkirakan terus meningkat pada tahun 2030 (578 juta), dan tahun 2045 (700 juta) [1]. Sekitar 79,4% dari total kasus tersebut berada di negara dengan penghasilan

rendah hingga menengah. Laporan *International Diabetic Federation (IDF)* tahun 2015-2019 menunjukkan peningkatan penderita DM. Jumlah penderita DM tahun 2015 (415 juta), tahun 2017 (424,9 juta) dan tahun 2019 (463 juta) orang [1-3]. Indonesia menempati urutan ke tujuh dari sepuluh negara dengan kasus diabetes sebesar 10,7 juta pada tahun 2019 [1]. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar

Corresponding author:

Roni Sianturi

roniron027@gmail.com

Media Keperawatan Indonesia, Vol 5 No 1, February 2022

e-ISSN: 2615-1669

ISSN: 2722-2802

DOI: 10.26714/mki.5.1.2022.73-83

2018 penderita DM meningkat dari 1,5% (2013) - 2,0% (2018) di Indonesia [4].

Diabetes melitus adalah penyakit metabolik yang diakibatkan gangguan produksi insulin (defisiensi) atau kerja insulin (resistensi) sehingga terjadi peningkatan glukosa darah (Hiperglikemia) [5]. Hiperglikemia yang tidak terkontrol menyebabkan komplikasi baik akut maupun jangka panjang. Komplikasi akut yang terjadi antara lain hipoglikemia dan ketoasidosis diabetik dan komplikasi jangka panjang seperti makrovaskuler dan mikrovaskuler. Komplikasi makrovaskuler meliputi penyakit arteri koroner (*coronary artery disease*), penyakit cerebrovaskular dan penyakit vaskular perifer (*peripheral vascular disease*). Sedangkan komplikasi mikrovaskular menyebabkan retinopati, nefropati, dan neuropati yang akhirnya menyebabkan luka kaki diabetes, amputasi atau kematian [6].

Komplikasi kardiovaskular terjadi 1,6-2,5 kali pada DM, kondisi ini berhubungan dengan hiperglikemia. Sebanyak 21% (2-32%) kondisi hiperglikemia menyebabkan penyakit arteri koroner dan 32% menyebabkan penyakit kardiovaskular lainnya. Hiperglikemia berhubungan dengan penyakit ginjal (15%), dan > 80% menyebabkan penyakit ginjal tahap akhir (*end-stage renal disease*) [1]. Komplikasi mikrovaskuler sering terjadi yaitu diabetik neuropati baik DM tipe 1 (DMT1) maupun tipe 2 (DMT2) (40%-55%) [7]. Diabetik neuropati menyebabkan hilangnya sensasi perifer hingga menyebabkan luka kaki diabetik, meningkatkan morbiditas dan mortalitas [7,8]. Data menunjukkan 6,4% penderita DM mengalami komplikasi pada kaki dan sebanyak 1% berakhir dengan amputasi [1]. Menurut *American Diabetes Association* (ADA) komplikasi DM yang disebabkan hiperglikemik dipengaruhi banyak faktor, seperti asupan karbohidrat yang meningkat, DM yang lama, kurangnya kepatuhan dalam medikasi, adanya penyakit hingga kurangnya aktivitas fisik [9].

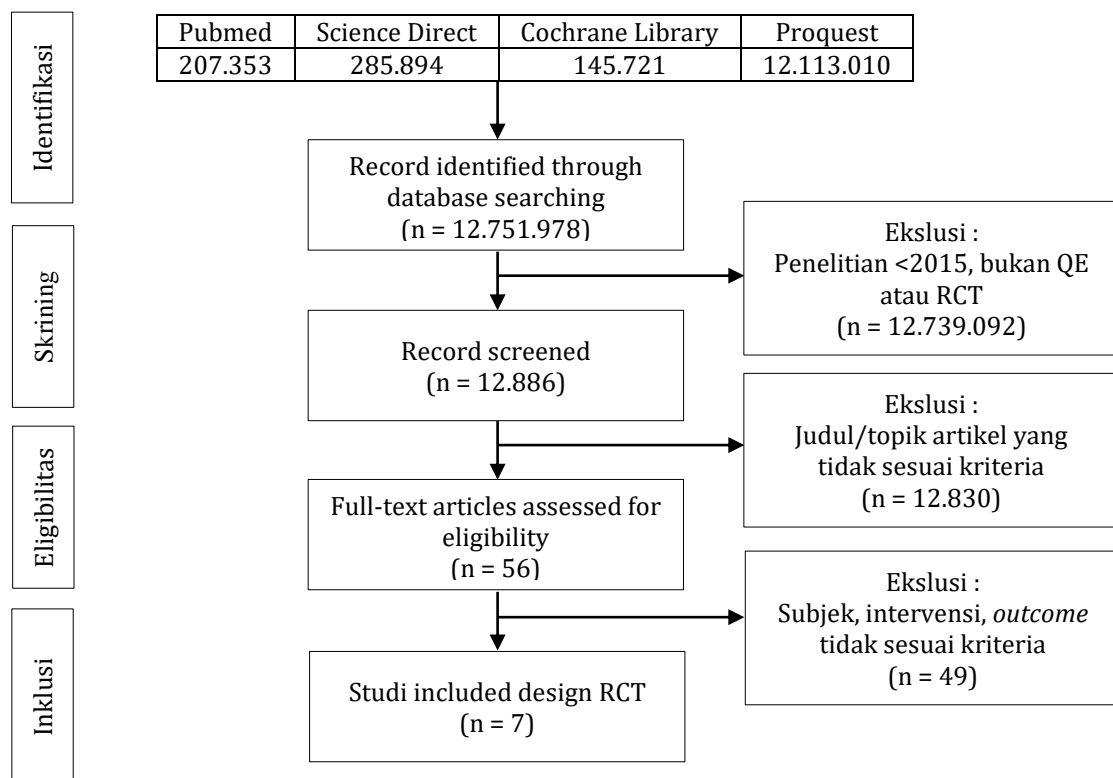
Aktivitas fisik merupakan pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengontrol glukosa darah optimal atau mendekati normal (HbA1C <7,5%) [10,11]. Pendekatan ini akan membantu pendekatan lainnya seperti penggunaan medikasi, pengaturan diet, edukasi dan pemeriksaan rutin glukosa [12]. Aktivitas fisik termasuk hal jarang dilakukan pasien DM khususnya yang mengalami obesitas, padahal aktivitas fisik yang rutin mampu memperbaiki kontrol glikemik [13]. Aktivitas fisik adalah semua gerakan yang meningkatkan penggunaan energi [14]. Aktivitas fisik yang dilakukan secara terstruktur disebut dengan latihan. [13]. Latihan yang direkomendasikan untuk DM salah satunya adalah aerobik [15].

Latihan aerobik adalah latihan yang dilakukan secara berulang dan kontinu/berlanjut menggunakan pergerakan otot besar [16]. Latihan aerobik intensitas sedang-berat berhubungan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular dan kematian pada DMT1 dan DMT2 [12]. Manfaat latihan aerobik meningkatkan sensitifitas insulin, kesehatan kardiovaskular, menurunkan resistensi insulin, menurunkan HbA1C, trigliserida dan tekanan darah [13,16]. Latihan aerobik mampu mencegah diabetik neuropati [17]. Sebuah studi pada 78 orang yang melakukan latihan berjalan menunjukkan peningkatan volume oksigen maksimal, perbaikan sensasi getaran dan konduksi saraf hingga mencegah diabetik neuropati [18]. Studi sistematis *review* juga menunjukkan perbaikan pada fungsi saraf perifer pasien DMT2 yang melakukan latihan aerobik [17,19]. Berdasarkan hasil studi yang menunjukkan manfaat dari latihan aerobik maka perlu untuk melakukannya dalam pengelolaan DMT2 [20]. Pencapaian kontrol glukosa yang optimal akan menghambat komplikasi sehingga meningkatkan kesehatan, kesejahteraan dan kualitas hidup pasien DM [21].

METODE

Jenis penelitian adalah literature review yang menggunakan metode PICOC (Patien, population, problem; Intervention; Control; Outcome; Context) dalam pencarian artikel. Kriteria inklusi yang digunakan adalah artikel tahun 2015-2020, jenis penelitian quasi eksperimen dan *randomized control trial*. Bahasa artikel yang digunakan adalah bahasa Indonesia dan Inggris. Tema artikel

terkait dengan pengaruh latihan aerobik terhadap penurunan glukosa darah pada pasien DMT2. Pencarian artikel menggunakan database seperti Pubmed, Science Direct, Cochrane Library, dan Proquest. Artikel diseleksi berdasarkan kriteria dan yang sesuai kualitas penilaian akan dilakukan review. Terdapat tujuh artikel penelitian yang memenuhi kriteria terdiri dari empat artikel Internasional dan tiga artikel Nasional.



Gambar 1
Skema Pencarian Artikel

HASIL

Karakteristik responden pada *review* menunjukkan usia responden rata-rata 49-65 tahun dengan 209 laki-laki dan 191 perempuan. Durasi lama DMT2 rata-rata 5,3-9 tahun dan rata-rata nilai HbA1C 6,4%-8,4%. Karakteristik glukosa darah sebelum dan sesudah melakukan latihan aerobik menunjukkan penurunan glukosa darah seperti HbA1C [22–26], *capillary glucose* [27], *fasting glucose* [22,24–26], dan *countinuos glucose monitoring (CGM)* [22]. Latihan aerobik dilakukan dengan frekuensi latihan minimal tujuh hari hingga 25 minggu. Rata-rata intensitas latihan aerobik yang dilakukan adalah intensitas sedang (40%-59% HRR) hingga berat (60%-89% HRR). Waktu latihan aerobik yang dilakukan 15-60 menit/sesi dengan tipe latihan aerobik berupa berjalan di atas treadmill, berjalan 10.000 langkah/hari dan berjalan cepat.

Tabel 1
Sintesis Data

No	Penulis	Judul	Tujuan	Desain	Hasil	Simpulan
1	Mendes R., et.al (2019)	High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training in middle-aged and older patient with type 2 diabetes: a randomized controlled crossover trial of the acute effect of treadmill walking on glyceimic control	Membandingkan efek dari high-intensity interval training (HIIT) vs moderate-intensity training continuous training (MICT) dalam kontrol glikemik pada pasien DMT2 menggunakan berjalan di atas treadmill sebagai latihan aerboik	Randomized controlled crossover trial	Berjalan di atas treadmill dengan HIIT atau MICT sama-sama menurunkan glukosa darah dibandingkan dengan kelompok kontrol. Efek penurunan glukosa lebih besar pada HIIT dibanding MICT	Berjalan di atas treadmill dengan HIIT merupakan strategi yang aman dan efektif dalam menurunkan glukosa darah pada pasien DMT2
2	Karstoft K. et.al., (2016)	The effect of 2 weeks of interval vs continuous walking training on glycaemic control and whole-body oxidative stress in individuals with type 2 diabetes: a controlled, randomized, crossover trial	Mengevaluasi efek dari interval walking training (IWT) vs continuous walking training (CWT) terhadap kontrol glukosa pada pasien DMT2	Controlled, randomized, crossover trial	Penurunan glukosa terjadi pada kelompok IWT dibandingkan dengan kelompok kontrol	IWT dalam jangka pendek dapat menurunkan glukosa darah, memperbaiki kebugaran fisik dan jasmani
3	Li Z. et.al., (2018)	Twenty minute moderate-intensity post-dinner exercise reduces the postprandial glucose response in chinese patients with type 2 diabetes	Mengetahui pengaruh dari post-dinner moderate-intensity exercise (MIE) vs non-exercise conditio terhadap glukosa darah pada pasien DMT2	Randomized crossover trial	Terjadi penurunan glukosa 2 jam setelah makan pada kelompok MIE dibandingkan dengan kelompok kontrol	MIE yang dilakukan setelah makan mampu memperbaiki hiperglikemia setelah makan dan masalah glikemik pada pasien DMT2
4	Pahra D. et.al., (2017)	Impact of post-meal and one-time daily exercise in patient with type 2 diabetes mellitus: a randomized crossover study	Mengevaluasi efektivitas dari short-timed post-meal dan one-time daily exercise terhadap kontrol glukosa pada pasien DMT2	Randomized crossover study	Terjadi perbaikan nilai glukosa pada kelompok post-meal exercise dibandingkan dengan one-time daily exercise	Post-meal exercise lebih efektif dibandingkan one-time daily exercise dalam kontrol glikemik pada pasien DMT2
5	Fayehun A. F. et.al., (2018)	Walking prescription of 10.000 steps per day in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized trial in Nigerian general practice	Mengkaji pengaruh berjalan 10.000 langkah/hari terhadap kontrol glikemik pada pasien DMT2	Randomized trial	Terjadi penurunan glukosa pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol	Berjalan 10.000 langkah/hari mampu memperbaiki kontrol glikemik pada pasien DMT2

No	Penulis	Judul	Tujuan	Desain	Hasil	Simpulan
6	Shakil-ur-Rehman S. et.al., (2018)	Respon to a supervised structured aerobic exercise training program in patients with type 2 diabetes mellitus – does the gender make a difference ? a randomized controlled clinical trial	Menguji hipotesis bahwa efek dari supervised structured aerobic exercise training (SSAET) adalah sama baik pada perempuan maupun laki-laki	Randomized controlled clinical trial	Terjadi perbaikan nilai glukosa darah pada kelompok intervensi baik perempuan maupun laki-laki	SSAET efektif baik pada perempuan maupun laki-laki dalam kontrol glikemik pada pasien DMT2
7	Lee S. F. et.al., (2015)	An investigation and comparison of the effectiveness of different exercise programmes in improving glucose metabolism and pancreatic β cell function of type 2 diabetes patients	Mengetahui efektivitas dua program latihan intensitas sedang terhadap metabolisme glukosa pada pasien DMT2	Randomized controlled trial	Penurunan glukosa terjadi pada kelompok Accumulated 1-million-steps walking group (AMSG), namun Aerobic exercise group (AEG) penurunan tidak signifikan	AMSG memiliki efek pada metabolisme glukosa dibandingkan dengan AEG dan kelompok kontrol

PEMBAHASAN

Usia rata-rata responden adalah 49-65 tahun [22,26]. Usia merupakan salah satu faktor risiko DMT2 [12]. Artikel yang dilakukan *review* tidak secara langsung menjelaskan hubungan usia dengan glukosa darah pada pasien DMT2 yang menjalankan latihan aerobik. Namun berbagai penelitian menjelaskan usia berhubungan dengan buruknya kontrol glukosa darah. Orang berusia 20-40 tahun memiliki kontrol glukosa yang buruk secara tidak langsung yang dipengaruhi oleh tanggungjawab sebagai kepala keluarga, tantangan finansial dan pekerjaan. Sedangkan orang dengan usia 40-60 tahun kontrol glukosa yang buruk dipengaruhi oleh kondisi stres [28]. Selain usia faktor risiko DMT2 adalah jenis kelamin.

Sistematik *review* oleh Huebschmann et al. (2019) menunjukkan laki-laki lebih banyak mengalami DMT2 dibandingkan perempuan pada daerah dan etnis tertentu, sehingga masih ada perbedaan data jenis kelamin sebagai faktor risiko [29]. Artikel dalam *review* ini menunjukkan responden

laki-laki lebih banyak dari perempuan. Total 209 laki-laki dan 191 perempuan. Penelitian yang dilakukan Shakil-ur-Rehman et al. (2018) tentang yang membandingkan pengaruh latihan aerobik pada laki-laki dan perempuan selama 25 minggu, menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada penurunan HbA1C setelah melakukan latihan aerobik [24]. Hasil ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Keke (2017) tentang faktor yang memengaruhi kontrol glukosa pada pasien DMT2 dewasa, menunjukkan tidak ada perbedaan antar gender dalam kontrol glukosa [30]. Namun, studi lain menunjukkan bahwa perempuan lebih buruk dalam kontrol glukosa darah yang berhubungan dengan berat badan berlebih bahkan kontrol glukosa yang buruk meningkat tiga kali lipat pada perempuan obesitas [31].

Selain usia, lamanya menderita DMT2 memengaruhi glukosa darah [12]. Hasil *review* ini menunjukkan durasi lama menderita DMT2 rata-rata 5,3-9 tahun [22,27]. Durasi DMT2 berhubungan dengan buruknya kadar HbA1C pada lanjut usia,

terutama laki-laki. Hal ini juga berhubungan dengan keadaan depresi yang akan memperburuk kontrol glikemik [32]. Meningkatnya HbA1C bukan satu-satunya efek dari lama durasi DMT2, namun rentannya kejadian infeksi juga berhubungan dengan lamanya menderita DMT2 [33].

Studi oleh Aghili et al. (2016) menunjukkan faktor yang memengaruhi kontrol glikemik adalah durasi DMT2, terapi insulin dan kebiasaan perawatan diri (*self-care behaviour*). Selain itu kecemasan dan depresi juga memengaruhi HbA1C secara signifikan [34]. Penelitian lain menunjukkan bahwa durasi DMT2 berhubungan dengan defisiensi vitamin D hingga meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular [35].

HbA1C merupakan salah satu indikator diagnosis DM. Pemeriksaan ini menggambarkan kadar glukosa darah rata-rata dalam 3 bulan [12]. Pemeriksaan HbA1C >6,5% menunjukkan diagnosis DM [11]. Hasil *review* ini menunjukkan rata-rata nilai HbA1C 6,6%-8,4% [22,24]. Nilai HbA1C yang normal atau mendekati normal merupakan salah satu tujuan dari kontrol glikemik pada DMT2 [12].

Glukosa darah adalah indikator dalam kontrol glikemik pada DMT2 [36]. Hasil *review* ini menunjukkan rata-rata penurunan glukosa darah seperti HbA1C, *capillary glucose*, *fasting glucose*, dan *continuous glucose monitoring* (CGM). Lima dari tujuh artikel menunjukkan penurunan nilai HbA1C sesudah melakukan latihan aerobik berupa berjalan. Studi oleh Karstoft et al., (2016) menunjukkan penurunan HbA1C yang tidak signifikan pada kelompok intervensi maupun kelompok kontrol [22]. Berbeda dengan studi oleh Pahra et al., (2017) yang menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam penurunan HbA1C [26]. Fayehun et al., (2018) juga menunjukkan penurunan HbA1C yang signifikan antara kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol [23]. Penelitian Shakil-

ur-Rehman et al., (2018) menunjukkan penurunan HbA1C pada responden laki-laki dan perempuan di kelompok eksperimen [24]. Studi terakhir yang menunjukkan penurunan nilai HbA1C adalah S. F. Lee et al., (2015), penurunan terjadi pada kelompok intervensi dan tidak pada kelompok kontrol [25].

Penurunan HbA1C ini sejalan dengan studi oleh Yuan et al., (2020) yang membandingkan pengaruh latihan aerobik dan *resistance training* dalam kontrol metabolik. Nilai HbA1C menurun dalam enam bulan dan bermakna signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol [37]. Studi *crosssectional* tentang hubungan berjalan dengan DM juga menunjukkan penurunan nilai HbA1C [38]. Latihan aerobik merupakan salah satu latihan yang mampu menurunkan HbA1C [12].

Nilai glukosa berikutnya adalah *Capillary glucose* yang merupakan pemeriksaan glukosa yang mengambil sampel darah dari kapiler seperti di jari dan diukur menggunakan glukometer [39]. Hasil *review* ini menunjukkan ada satu studi yang menggunakan *capillary glucose* sebagai indikator glukosa darah [27]. Penelitian ini menunjukkan penurunan nilai *capillary glucose* (mg/dL) yang signifikan pada kelompok *high intensity interval training* dan *moderate intensity countinuous training* dibandingkan dengan kelompok kontrol [27].

Studi ini sejalan dengan penelitian Ortega et al. (2020) yang menunjukkan penurunan puncak hiperglikemia khususnya latihan aerobik yang dikombinasikan dengan penggunaan metformin [40]. Penelitian oleh Rodrigo S. Delevatti et al., (2016) yang membandingkan latihan aerobik berjalan di dalam kolam atau *water-based exercise* (WBE) dan berjalan di daratan atau *land-based exercise* (LBE) menunjukkan penurunan glukosa kapiler 19-25% pada WBE dan 21-27% pada LBE tanpa terapi insulin tambahan [41].

Hasil penurunan glukosa juga terjadi pada glukosa darah puasa (*fasting glucoce*). Puasa dalam penilaian glukosa ini adalah keadaan tubuh tidak ada masukkan glukosa dari luar selama depalan jam [12]. Penelitian Karstoft et al., (2016) menunjukkan penurunan glukosa puasa pada kelompok *interval walking training* (IWT) dan *continuous walking training* (CWT) dan tidak terjadi pada kelompok kontrol. Perbedaan signifikan terjadi pada kelompok IWT dibanding dengan kelompok kontrol [22]. Penurunan glukosa puasa juga terjadi pada studi dengan waktu latihan berbeda yaitu pada *post-meal exercise* dan *one time daily exercise*. Hasil studi menunjukkan latihan pada *post-meal exercise* lebih efektif dibandingkan dengan *one time daily exercise* [26]. Shakil-ur-Rehman et al., (2018) melaporkan penurunan glukosa puasa pada kelompok eksperimen baik pada laki-laki maupun perempuan yang melakukan latihan aerobik [24]. Studi terakhir yang melaporkan adanya penurunan nilai glukosa puasa adalah S. F. Lee et al., (2015). Penurunan glukosa puasa terjadi pada kelompok *aerobic exercise group* (AEG) dan kelompok *accumulated 1-million steps group* (AMSG) dan tidak terjadi pada kelompok kontrol [25].

Temuan ini sejalan dengan studi latihan aerobik berupa berjalan dengan intensitas sedang selama delapan minggu oleh Asuako et al., (2017), yang menunjukkan terjadi penurunan glukosa puasa yang signifikan pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol [42]. Jalan cepat berhubungan dengan penurunan glukosa puasa pada pasien DMT2 [38]. Berdasarkan waktu latihan yang dilakukan baik pagi dan sore hari sama-sama menurunkan glukosa puasa namun latihan lebih bermanfaat dilakukan pada sore hari [43].

Indikator glukosa yang terakhir adalah *continuous glucose monitoring* (CGM). Hasil *review* ini menunjukkan ada dua studi yang menggunakan CGM sebagai indikator kontrol glikemik [22,44]. Latihan aerobik

berupa berjalan yang dilakukan oleh Karstoft et al., (2016) menunjukkan penurunan nilai CGM dibandingkan dengan kelompok kontrol [22]. Studi Li et al., (2018) melaporkan penurunan nilai *2-h postprandial periods after dinner* pada kelompok *moderate-intensity exercise* (MIE) dibandingkan dengan kelompok kontrol [44].

Latihan aerobik berjalan kaki selama 30 menit intensitas rendah-sedang setelah sarapan mampu menurunkan CGM secara signifikan [45]. Studi lain menunjukkan dengan mengurangi waktu duduk dan melakukan jalan kaki intensitas ringan mampu menurunkan rata-rata glukosa 24 jam dan meningkatkan sensitifitas insulin [46]. Berbagai studi menunjukkan hasil yang konsisten terkait penurunan glukosa yang terjadi pada pasien DMT2 yang melakukan latihan aerobik berupa berjalan. Hal ini mungkin terjadi karena kontraksi otot pada saat melakukan latihan meningkatkan masukkan glukosa ke dalam otot [45].

Pengaruh latihan aerobik dalam penurunan glukosa darah dijelaskan melalui mekanisme konsentrasi *Glucose Transporter member 4* (GLUT4) yang meningkat akibat kontraksi otot sehingga meningkatkan masukkan glukosa pada sel otot [47]. Substansi GLUT4 akan bergerak/translokasi ke membran sel untuk menstimulasi masukkan glukosa ke dalam sel [48]. Kerja GLUT4 dipengaruhi oleh protein *adenosin monophosphate-actived protein kinase* (AMPK) atau faktor pengatur mekanisme *insulin-independent* dalam meningkatkan penggunaan glukosa, latihan aerobik mengaktifkan AMPK dan menginduksi transport glukosa, protein dan lipid sintesis dan metabolisme nutrisi [49].

Kontraksi otot saat latihan aerobik meningkatkan sirkulasi darah perifer dan masukkan glukosa [48]. Melihat berbagai hasil studi dan mekanisme fisiologi penurunan glukosa darah maka latihan aerobik merupakan salah satu intervensi

atau strategi dalam memperbaiki kontrol glikemik pada pasien DMT2 [50].

Hasil *review* ini menunjukkan frekuensi latihan tujuh hari (satu minggu) hingga 25 minggu (3 hari/minggu) [24,44]. Studi lain dengan frekuensi latihan yang kurang lebih sama yaitu enam hari dengan berjalan di atas treadmill menunjukkan penurunan pada nilai CGM namun tidak pada nilai *fasting glucose*, *postpradial glucose* dan nilai glukosa 24 jam [51]. Sedangkan latihan selama 25 minggu menunjukkan penurunan glukosa darah baik pada laki-laki maupun perempuan [24]. Latihan aerobik dengan frekuensi tiga hari/minggu dengan intensitas sedang sesuai dengan rekomendasi ADA untuk pasien DMT2 [12].

Nilai glukosa darah juga dipengaruhi oleh intensitas latihan aerobik. *Review* ini menunjukkan intensitas latihan aerobik sedang (40%-59% HRR) [26,44] – berat (60%-89% HRR) [22,25,27]. Terdapat dua studi yang tidak menjelaskan intensitas latihan yang dilakukan [23,24]. Latihan aerobik intensitas sedang-berat bermanfaat dalam kontrol glikemik dan sangat direkomendasikan oleh ADA dan ACSM [12,13]. Intensitas latihan yang ringan-sedang terbukti mampu memperbaiki kontrol glikemik pada pasien DMT2 yang melakukan aktivitas berjalan dibandingkan dengan orang yang hanya duduk atau berdiri setelah sarapan [45]. Sedangkan latihan aerobik dengan intensitas berat mampu meningkatkan sensitifitas insulin sehingga menurunkan glukosa darah pada pasien DMT2 [52].

Selain intensitas latihan hal yang penting dalam latihan aerobik adalah waktu latihan per sesi. Pada *review* ini waktu latihan aerobik berkisar 15-60 menit/sesi [22,26]. Waktu latihan aerobik yang direkomendasikan oleh ADA dan ACSM adalah 75-150 menit/minggu dengan intensitas sedang hingga berat [12,13]. Namun latihan aerobik yang dilakukan minimal 15 menit/sesi setiap setelah makan menunjukkan penurunan glukosa

puasa dibandingkan dengan latihan yang dilakukan sekali dalam sehari [26]. Sedangkan latihan yang dilakukan selama 60 menit/sesi terbukti efektif menurunkan glukosa darah dibandingkan dengan pasien DMT2 yang hanya menerima terapi metformin saja [53].

Hasil *review* ini menunjukkan latihan aerobik yang dilakukan pasien DMT2 yaitu berjalan. Terdapat tiga tipe latihan seperti berjalan di atas treadmill [22,24,27,44], berjalan 10.000 langkah/hari [23,25] dan berjalan cepat [26]. Berjalan merupakan latihan aerobik yang mudah dilakukan dan sangat dianjurkan karena relatif lebih aman bagi pasien DMT2 [16]. Survey pada 2016-2017 menunjukkan bahwa berjalan cepat berhubungan dengan penurunan HbA1C hingga mengurangi risiko DMT2 [38]. Berjalan yang dilakukan segera setelah makan mampu menurunkan nilai glukosa *post-prandial* [54]. Tidak hanya berjalan di atas treadmill, berjalan di dalam kolam pun (*water-base exercise*) mampu menurunkan glukosa darah pada pasien DMT2 sebesar 19%-24% [41]. Latihan berjalan kaki mampu menurunkan glukosa darah dalam jangka pendek dan memperbaiki kontrol glikemik dalam jangka panjang sehingga dapat mencegah komplikasi [1,16].

SIMPULAN

Latihan aerobik seperti berjalan di atas treadmill, berjalan 10.000 langkah/hari, dan berjalan cepat dengan intensitas sedang-berat mampu menurunkan glukosa darah seperti HbA1C, *capillary glucose*, *fasting glucose*, dan *continuous glucose monitoring* (CGM) pada pasien DMT2.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan literature review ini.

REFERENSI

[1] International Diabetic Federation. IDF Diabetes

- atlas 9th edition. 9th ed. Belgium: International Diabetes Federation; 2019.
- [2] International Diabetic Federation. IDF Diabetes atlas 7th edition. 7th ed. Belgium: International Diabetes Federation; 2015.
- [3] International Diabetic Federation. IDF Diabetes atlas 8th edition. 8th ed. Belgium: International Diabetes Federation; 2017. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31679-8](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31679-8).
- [4] Balitbang Kemenkes RI. Riset Kesehatan Dasar; Riskesdas 2018. Jakarta: 2018.
- [5] American Diabetes Association. American diabetes association standards of medical care in diabetes-2017. *Diabet Care J Clin Appl Res Educ* 2017;40:1-142.
- [6] Hinkle JL, Cheever KH. Brunner & Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing. 14th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
- [7] Behroozian A, Beckman JA. Microvascular Disease Increases Amputation in Patients With Peripheral Artery Disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2020;40:534-40. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.119.312859>.
- [8] Iqbal Z, Azmi S, Yadav R, Ferdousi M, Kumar M, Cuthbertson DJ, et al. Diabetic Peripheral Neuropathy: Epidemiology, Diagnosis, and Pharmacotherapy. *Clin Ther* 2018;40:828-49. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2018.04.001>.
- [9] American Diabetes Association. Factors Affecting Blood Glucose. *Diabetes Care* 2015;16:2383.
- [10] Teich T, Zaharieva DP, Riddell MC. Advances in Exercise, Physical Activity, and Diabetes Mellitus. *Diabetes Technol Ther* 2019;21:S112-22. <https://doi.org/10.1089/dia.2019.2509>.
- [11] Perkeni. Pedomani pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 dewasa di indonesia 2019 2019:133.
- [12] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2020. *J Clin Appl Res Educ* 2020;42:960-1010. <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>.
- [13] Riebe D, Ehrman JK, Ligouri G, Magal M. ACSM's guideline for exercise testing and prescription. 10th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018. <https://doi.org/10.5860/choice.35-6295>.
- [14] Olson RD, Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Fulton JE, Galuska DA, et al. Physical activity guidelines for Americans. 2nd ed. U.S. Department of Health and Human Services; 2018. <https://doi.org/10.1249/fit.00000000000000472>.
- [15] Kawada T. Effect of high-intensity aerobic exercise on aerobic fitness and HbA1c in patients with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2017;117:1519-20. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3632-y>.
- [16] Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016;39:2065-79. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>.
- [17] Mirtha LT, Permatahati V. The Effectiveness of Aerobic Exercise in Improving Peripheral Nerve Functions in Type 2 Diabetes Mellitus: An Evidence Based Case Report. *Acta Med Indones* 2018;50:82-7.
- [18] Singleton JR, Smith AG, Marcus RL. Exercise as Therapy for Diabetic and Prediabetic Neuropathy. *Curr Diab Rep* 2015;15:1-8. <https://doi.org/10.1007/s11892-015-0682-6>.
- [19] Gu Y, Dennis SM, Kiernan MC, Harmer AR. Aerobic exercise training may improve nerve function in type 2 diabetes and pre-diabetes: A systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* 2019;35. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3099>.
- [20] Tharek Z, Ramli AS, Whitford DL, Ismail Z, Mohd Zulkifli M, Ahmad Sharoni SK, et al. Relationship between self-efficacy, self-care behaviour and glycaemic control among patients with type 2 diabetes mellitus in the Malaysian primary care setting. *BMC Fam Pract* 2018;19:1-10. <https://doi.org/10.1186/s12875-018-0725-6>.
- [21] Singh R, Pattisapu A, Emery MS. US Physical Activity Guidelines: Current state, impact and future directions. *Trends Cardiovasc Med* 2020;30:407-12. <https://doi.org/10.1016/j.tcm.2019.10.002>.
- [22] Karstoft K, Clark MA, Jakobsen I, Müller IA, Pedersen BK, Solomon TPJ, et al. The effects of 2 weeks of interval vs continuous walking training on glycaemic control and whole-body oxidative stress in individuals with type 2 diabetes: a controlled, randomised, crossover trial. *Diabetologia* 2016;60:508-17. <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4170-6>.
- [23] Fayehun AF, Olowookere OO, Ogunbode AM, Adetunji AA, Esan A. Walking prescription of 10 000 steps per day in patients with type 2 diabetes mellitus: A randomised trial in Nigerian general practice. *Br J Gen Pract* 2018;68:e139-45. <https://doi.org/10.3399/bjgp18X694613>.
- [24] Shakil-ur-Rehman S, Karimi H, Gillani SA, Amjad I, Ahmad S, Yaseen A. Response to a Supervised Structured Aerobic Exercise Training Program in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus – Does Gender Make a Difference? A Randomized

- Controlled Clinical Trial. *J Natl Med Assoc* 2018;110:431-9.
<https://doi.org/10.1016/j.jnma.2017.10.003>.
- [25] Lee SF, Pei D, Chi MJ, Jeng C. An investigation and comparison of the effectiveness of different exercise programmes in improving glucose metabolism and pancreatic β cell function of type 2 diabetes patients. *Int J Clin Pract* 2015;69:1159-70.
<https://doi.org/10.1111/ijcp.12679>.
- [26] Pahra D, Sharma N, Ghai S, Hajela A, Bhansali S, Bhansali A. Impact of post-meal and one-time daily exercise in patient with type 2 diabetes mellitus: A randomized crossover study. *Diabetol Metab Syndr* 2017;9:5-11.
<https://doi.org/10.1186/s13098-017-0263-8>.
- [27] Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training in middle-aged and older patients with type 2 diabetes: A randomized controlled crossover trial of the acute effects of treadmill walking on glycemic control. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16:1-14.
<https://doi.org/10.3390/ijerph16214163>.
- [28] Cheng LJ, Wang W, Lim ST, Wu VX. Factors associated with glycaemic control in patients with diabetes mellitus: A systematic literature review. *J Clin Nurs* 2019;28:1433-50.
<https://doi.org/10.1111/jocn.14795>.
- [29] Huebschmann AG, Huxley RR, Kohrt WM, Zeitler P, Regensteiner JG, Reusch JEB. Sex differences in the burden of type 2 diabetes and cardiovascular risk across the life course. *Diabetologia* 2019;62:1761-72.
<https://doi.org/10.1007/s00125-019-4939-5>.
- [30] Keke L. Factors Influencing Glycemic Control among Chinese Adults With Type 2 Diabetes Mellitus BY KEKE LIN Bachelor of Medicine , Peking University , China , 2001 M . S . N . , University of Illinois at Chicago , 2006 THESIS Submitted as partial fulfillment of th 2017.
- [31] Demoz GT, Gebremariam A, Yifter H, Alebachew M, Niriayo YL, Gebreslassie G, et al. Predictors of poor glycemic control among patients with type 2 diabetes on follow-up care at a tertiary healthcare setting in Ethiopia. *BMC Res Notes* 2019;12:1-8.
<https://doi.org/10.1186/s13104-019-4248-6>.
- [32] Lee SK, Shin DH, Kim YH, Lee KS. Effect of diabetes education through pattern management on self-care and self-efficacy in patients with type 2 diabetes. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16.
<https://doi.org/10.3390/ijerph16183323>.
- [33] Critchley JA, Carey IM, Harris T, DeWilde S, Hosking FJ, Cook DG. Glycemic control and risk of infections among people with type 1 or type 2 diabetes in a large primary care cohort study. *Diabetes Care* 2018;41:2127-35.
<https://doi.org/10.2337/dc18-0287>.
- [34] Aghili R, Polonsky WH, Valojerdi AE, Malek M, Keshtkar AA, Esteghamati A, et al. Type 2 Diabetes: Model of Factors Associated with Glycemic Control. *Can J Diabetes* 2016;40:424-30.
<https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2016.02.014>.
- [35] Alaidarous TA, Alkahtani NM, Aljuraiban GS, Abulmeaty MMA. Impact of the Glycemic Control and Duration of Type 2 Diabetes on Vitamin D Level and Cardiovascular Disease Risk. *J Diabetes Res* 2020;2020.
<https://doi.org/10.1155/2020/8431976>.
- [36] Zaidi A, Singh SP, Raza ST, Mahdi F. Role of Hba1C in the Diagnosis of Patients With Diabetes Mellitus. *Era's J Med Res* 2019;6:78-83.
<https://doi.org/10.24041/ejmr2019.134>.
- [37] Yuan X, Dai X, Liu L, Hsue C, Miller JD, Fang Z, 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. *J Diabetes* 2020;12:25-37.
<https://doi.org/10.1111/1753-0407.12955>.
- [38] Cigarroa I, Espinoza-Sanhueza MJ, Lasserre-Laso N, Diaz-Martinez X, Garrido-Mendez A, Matus-Castillo C, et al. Association between walking pace and diabetes: Findings from the chilean national health survey 2016-2017. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:1-10.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17155341>.
- [39] Mathew TK, Tadi P. Blood Glucose Monitoring. *StatPearls Publ* 2020.
- [40] Ortega JF, Morales-Palomo F, Ramirez-Jimenez M, Moreno-Cabañas A, Mora-Rodríguez R. Exercise improves metformin 72-h glucose control by reducing the frequency of hyperglycemic peaks. *Acta Diabetol* 2020;57:715-23.
<https://doi.org/10.1007/s00592-020-01488-7>.
- [41] Delevatti RS, Kanitz AC, Alberton CL, Marson EC, Lisboa SC, Pinho CDF, et al. Glucose control can be similarly improved after aquatic or dry-land aerobic training in patients with type 2 diabetes: A randomized clinical trial. *J Sci Med Sport* 2016;19:688-93.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.10.008>.
- [42] Asuako B, Moses MO, Eghan BA, Sarpong PA. Fasting plasma glucose and lipid profiles of diabetic patients improve with aerobic exercise training. *Ghana Med J* 2017;51:120-7.
<https://doi.org/10.4314/gmj.v51i3.5>.
- [43] Teo SYM, Kanaley JA, Guelfi KJ, Marston KJ,

- Fairchild TJ. The Effect of Exercise Timing on Glycemic Control: A Randomized Clinical Trial. *vol.* 52. 2020. <https://doi.org/10.1249/MSS.000000000000139>.
- [44] Li Z, Hu Y, Yan R, Zhang D, Li H, Li F, et al. Twenty minute moderate-intensity post-dinner exercise reduces the postprandial glucose response in Chinese patients with type 2 diabetes. *Med Sci Monit* 2018;24:7170-7. <https://doi.org/10.12659/MSM.910827>.
- [45] Solomon TPJ, Tarry E, Hudson CO, Fitt AI, Laye MJ. Immediate post-breakfast physical activity improves interstitial postprandial glycemia: a comparison of different activity-meal timings. *Pflugers Arch Eur J Physiol* 2020;472:271-80. <https://doi.org/10.1007/s00424-019-02300-4>.
- [46] Duvivier BMFM, Schaper NC, Hesselink MKC, van Kan L, Stienen N, Winkens B, et al. Breaking sitting with light activities vs structured exercise: a randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetologia* 2017;60:490-8. <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4161-7>.
- [47] Zheng X, Qi Y, Bi L, Shi W, Zhang Y, Zhao D, et al. Effects of Exercise on Blood Glucose and Glycemic Variability in Type 2 Diabetic Patients with Dawn Phenomenon. *Biomed Res Int* 2020;2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6408724>.
- [48] Sylow L, Kleinert M, Richter EA, Jensen TE. Exercise-stimulated glucose uptake-regulation and implications for glycaemic control. *Nat Rev Endocrinol* 2017;13:133-48. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.162>.
- [49] Kirwan JP, Sacks J, Nieuwoudt S. The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes. *Cleve Clin J Med* 2017;84:S15-21. <https://doi.org/10.3949/ccjm.84.s1.03>.
- [50] Sampath Kumar A, Maiya AG, Shastry BA, Vaishali K, Ravishankar N, Hazari A, et al. Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* 2019;62:98-103. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.11.001>.
- [51] Rees JL, Chang CR, François ME, Marcotte-Chénard A, Fontvieille A, Klaprat ND, et al. Minimal effect of walking before dinner on glycemic responses in type 2 diabetes: outcomes from the multi-site E-PARA DiGM study. *Acta Diabetol* 2019;56:755-65. <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01358-x>.
- [52] Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell MI. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia* 2017;60:7-23. <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4106-1>.
- [53] Huang T, Lu C, Schumann M, Le S, Yang Y, Zhuang H, et al. Timing of exercise affects glycemic control in type 2 diabetes patients treated with metformin. *J Diabetes Res* 2018;2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2483273>.
- [54] Reynolds AN, Mann JI, Williams S, Venn BJ. Advice to walk after meals is more effective for lowering postprandial glycaemia in type 2 diabetes mellitus than advice that does not specify timing: a randomised crossover study. *Diabetologia* 2016;59:2572-8. <https://doi.org/10.1007/s00125-016-4085-2>.