

PERAN TINGKAT AKTIVITAS FISIK DALAM MEMPENGARUHI MASSA LEMAK VISCERAL PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2: SUATU TINJAUAN KEPUSTAKAAN SISTEMATIK

Stevany Gracia Dandra¹, Riry Ambarsarie², Ety Febrianti³

¹Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Bengkulu,

²Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Bengkulu,

³Bagian Ilmu Penyakit Dalam Rumah Sakit Umum Daerah M. Yunus Bengkulu

Email Korespondensi : stevanydandra@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit gangguan metabolik akibat adanya kelainan pada proses sekresi insulin, kerja insulin, ataupun keduanya sehingga tubuh mengalami hiperglikemia kronis. Insulin dihubungkan dengan massa lemak visceral. Massa lemak visceral berkontribusi terhadap inflamasi, aterosklerosis, dislipidemia, dan hipertensi. Kurangnya aktivitas fisik pada pasien DM tipe 2 menyebabkan peningkatan risiko komplikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2.

Metode: Pencarian tinjauan bersumber pada *PubMed* dan *Cochrane* dengan kriteria dipublikasikan pada 2010-2020. Pengumpulan dan analisis data dilakukan dengan mengadopsi konsep Cook dan West. Penilaian kualitas kepastakaan dilakukan menggunakan *tools The Central for Evidence-Based Medicine develops* (CEBM). **Hasil:** Dari total 8.279 kepastakaan yang didapatkan, terdapat sebelas kepastakaan yang masuk ke dalam kriteria inklusi dan eksklusi. Sepuluh dari sebelas kepastakaan membahas pengaruh aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral. Lima diantaranya menyatakan bahwa aktivitas fisik dengan intensitas sedang 3-5 kali dalam seminggu berpengaruh dalam penurunan massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2. Sepuluh dari sebelas kepastakaan menggambarkan rerata massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2. Mayoritas pengukuran massa lemak visceral dilakukan dengan menggunakan CT.

Kesimpulan: Aktivitas fisik intensitas sedang secara signifikan berperan dalam menurunkan massa lemak visceral, mengontrol kadar gula darah, dan memperbaiki sensitivitas insulin pada pasien DM tipe 2.

Kata Kunci: *Aktivitas fisik, Diabetes Mellitus tipe 2, Massa Lemak Visceral*

ABSTRACT

Background: Diabetes melitus (DM) is metabolic disorder caused by insulin secretion, insulin role defect, or both. It causes chronic hyperglycemic. Insulin associated with visceral fat mass. Visceral fat mass contribute to inflammation, atherosclerosis, dyslipidemia, dan hypertension. Lack of physical activity in type 2DM causes enhancement risk of complication. Aim of this study is to explore role of physical activity against visceral fat mass in type 2 diabetes mellitus.

Method: We conducted a literature search in PubMed database and Cochrane Library which published on 2010-2020. Literatures collected and analysed using Cook and West's concept. Study quality assessment was done using a tool called The Central for Evidence-Based Medicine develops (CEBM).

Result: A total of 8.279 literatures were initially retrieved, and eleven literatures which met our inclusion and exclusion criteria. Ten literatures showed role of physical activity against visceral fat. Five literatures showed moderate physical activity 3-5 times per a week have effect in visceral fat mass in type 2 DM. Eleven literatures showed mean of visceral fat mass in type 2 DM. Most of visceral fat mass measurement used CT.

Conclusion: This review presented that moderate physical activity significantly have a role in visceral fat mass loss, controlled blood glucose levels, and repair insulin sensitivity in type 2 DM.

Keywords: *Physical Activity, Type 2 Diabetes Mellitus, Visceral Fat Mass*

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit gangguan metabolik akibat adanya kelainan pada proses sekresi insulin, kerja insulin, ataupun keduanya sehingga tubuh mengalami hiperglikemia kronis¹. Kejadian DM tipe 2 merupakan interaksi dari berbagai faktor risiko seperti genetik, lingkungan, dan perilaku sehari-hari². Berdasarkan *International Diabetes Federation* (IDF) terdapat 425 juta orang di menderita DM pada tahun 2017 dan angka kejadian ini diperkirakan akan meningkat hingga 48% atau mencapai 629 juta orang pada tahun 2045³. Indonesia menempati peringkat ke-6 untuk negara dengan angka DM tertinggi, dengan jumlah penderita DM sebanyak 10,3 juta orang³.

Pada diabetes melitus, resistensi insulin dapat disebabkan oleh massa lemak dan distribusi lemak tubuh⁴. Massa lemak dapat meningkatkan proses lipolisis dalam tubuh, sehingga asam lemak bebas yang terbentuk meningkat dan menginduksi terjadinya resistensi insulin^{5,6}. Lemak visceral lebih berbahaya dibandingkan dengan lemak subkutan karena lemak visceral menghasilkan protein yang berkontribusi dalam inflamasi, aterosklerosis, dislipidemia, dan hipertensi⁶.

Saat ini, prevalensi ketidakcukupan aktivitas fisik / *insufficient physical activity* di Asia Tenggara pada tahun 2016 sebesar 30,5%, sementara prevalensi di Indonesia sebesar 22,6% (WHO, 2016). Penelitian di berbagai daerah di Indonesia menunjukkan 43,2% - 70% penderita DM tipe 2 melakukan aktivitas fisik dengan tingkat yang rendah^{7,8}.

Penurunan aktivitas fisik secara signifikan berkaitan dengan pembentukan lemak visceral baik pada individu dengan atau tanpa diabetes⁹. Aktivitas fisik mampu menurunkan akumulasi lemak visceral sehingga menurunkan risiko terjadinya komplikasi pada DM^{10,11}. Sayangnya, meskipun edukasi mengenai pentingnya aktivitas fisik dalam menurunkan risiko komplikasi, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa masih banyak pasien DM yang gagal dalam melakukan perawatan diri berupa aktivitas fisik¹².

Kurangnya kesadaran penderita DM tipe 2 mengenai pentingnya aktivitas fisik serta tingginya risiko penumpukan massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2 menjadi latar belakang peneliti melakukan telaah secara sistematis untuk mengetahui pengaruh aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2. Hasil dari telaah pustaka secara sistematis ini diharapkan mampu menjadi referensi dalam meningkatkan kualitas hidup pasien DM tipe 2. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi peran tingkat aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review* atau tinjauan kepustakaan sistematis (TKS) yang dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2020. Terdapat 10 tahapan yang dilakukan oleh peneliti yaitu:

- a. Merumuskan pertanyaan yang akan dicari dengan menggunakan PICO (**tabel 1**)

Tabel 1. PICO

Population	Pasien DM tipe 2
Intervention	Aktivitas Fisik
Comparison	-
Outcome	Massa lemak visceral

- b. Menentukan cakupan pencarian
- c. Menyusun protokol tinjauan kepustakaan sistematis
- d. Mencari kepustakaan yang memenuhi syarat
- e. Menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi (**tabel 2**)

Tabel 2. Kriteria inklusi dan eksklusi

Kriteria inklusi
1) Kepustakaan harus berupa jenis penelitian yang menggunakan data primer dan berisi unsur-unsur empiris.
2) Kepustakaan fokus pada aktivitas fisik, massa lemak visceral terutama pada pasien DM tipe 2
3) Kepustakaan ditulis dalam Bahasa Inggris
4) Rentang tahun terbit kepustakaan mulai dari tahun 2010-2020.
Kriteria eksklusi
1) Kepustakaan tidak dapat diakses secara bebas
2) Kepustakaan dengan subjek penelitian bukan manusia

- f. Mengekstrak data dari kepustakaan yang terpilih
- g. Sintesis dan analisis data
- h. Melakukan pembahasan dan memberikan kesimpulan tinjauan
- i. Pelaporan hasil tinjauan kepustakaan sistematis

Penilaian kualitas (quality appraisal) kepustakaan dilakukan dengan mengadaptasi dari panduan The Central for Evidence-Based Medicine develops (CEBM) yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Penilaian kualitas (quality appraisal) kepustakaan

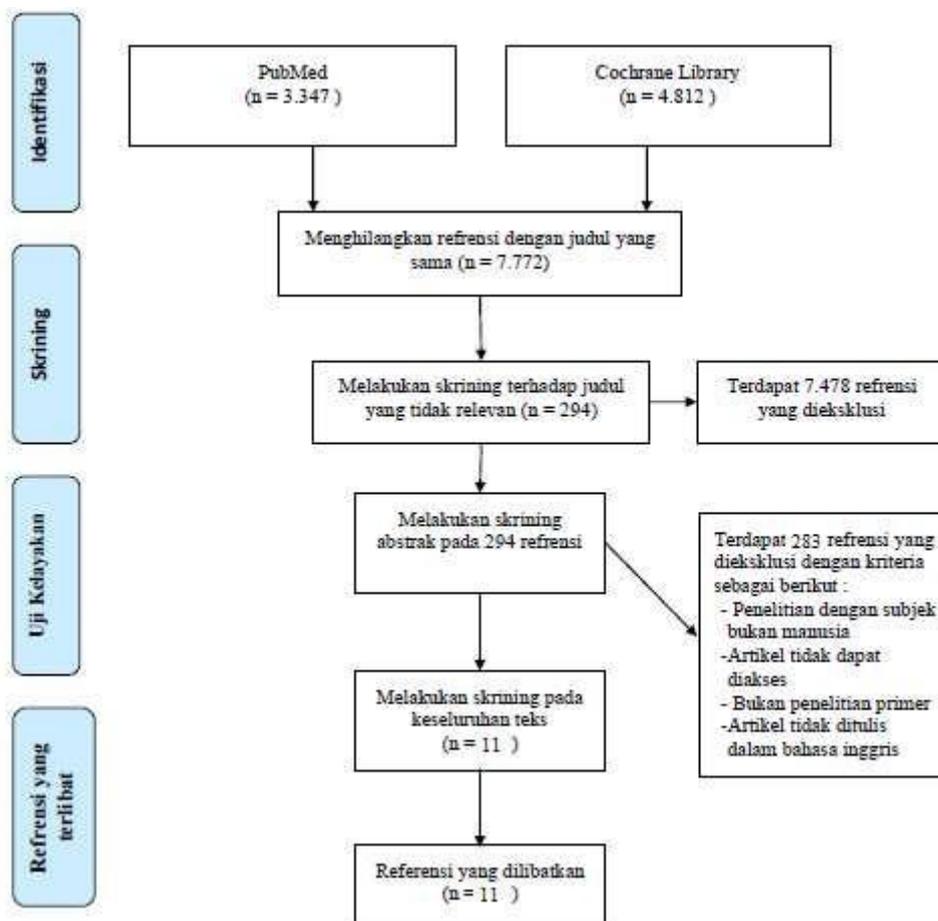
√ = Ya; x = Tidak (adaptasi dari panduan CEBM)

	Nakanishi et al. ¹³	Maillard et al. ¹⁴	Herzig et al. ¹⁵	Koo et al. ¹⁶	Karstoft et al. ¹⁷	Szilagi et al. ¹⁸	Bacchi et al. ¹⁹	Choi et al. ²⁰	Yamaguchi et al. ²¹	Jung et al. ²²	Baasch-Skytte et al. ²³
1. Apakah perlakuan atau intervensi dilakukan secara acak?	x	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2. Apakah kelompok yang ditentukan memiliki kondisi yang sama pada awal penelitian?	x	√	√	x	√	√	√	√	x	√	√
3. Apakah intervensi atau perlakuan yang diberikan sama?	x	√	x	√	x	√	√	√	√	x	√
Apakah seluruh subjek penelitian dicatat dan dianalisis?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
5. Apakah penelitian yang dilakukan menggunakan metode blinding?	x	x	x	x	√	√	√	√	x	x	x

6. Apakah disebutkan efek aktivitas fisik pada jurnal tersebut?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
7. Apakah penelitian tersebut dapat diterapkan pada kelompok DM tipe 2 secara luas?	x	√	x	√	√	√	√	x	x	√
8. Apakah dilakukan <i>follow-up</i> pada penelitian tersebut?	x	√	√	√	√	√	√	√	√	√
9. Apakah terdapat faktor lain yang mempengaruhi perubahan massa lemak visceral?	√	x	x	√	x	√	x	x	x	√
10. Apakah terdapat faktor lain yang mempengaruhi kejadian DM tipe 2?	√	x	√	√	x	x	√	x	x	x

HASIL

Prosedur pencarian menghasilkan 8.279 kepustakaan. Tahapan pencarian kepustakaan sistematis yang telah dilakukan dapat dilihat pada **gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alur yang menggambarkan berbagai tahapan pada TKS

Berdasarkan 11 kepustakaan yang dikaji, sepuluh diantaranya menjelaskan pengaruh aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral^{13-15,17,21-23}. Pada penelitian ini didapatkan bahwa, tingkat aktivitas fisik rendah umumnya diikuti dengan tingginya massa lemak visceral dan lingkar pinggang^{14,15,17,21-23}. Lima dari sebelas kepustakaan menyatakan bahwa aktivitas fisik dengan intensitas sedang memiliki efek lebih baik dalam menurunkan massa lemak visceral dibandingkan dengan aktivitas fisik berat. Aktivitas fisik intensitas sedang selama 12 minggu dengan volume 300 menit/minggu pada penelitian Jung *et. al.* menunjukkan penurunan massa lemak visceral sebanyak 14.7%, ($p=0.049$) sedangkan pada kelompok

intensitas berat dengan volume 150 menit/minggu mengalami penurunan lemak visceral sebanyak $8 \pm 12.8\%$ ($p=0.049$)²². Menurut Yamaguchi dkk, massa lemak visceral akibat berjalan di *treadmill* 2x30 menit setiap hari selama empat minggu mengalami pengurangan sebanyak 21,7%²¹.

Lima dari sebelas kepustakaan menggambarkan karakteristik aktivitas fisik padapasien DM tipe 2^{13,16-18,22}. Szilagy dkk dan Nakanishi dkk melakukan pengukuran aktivitas fisik menggunakan kuesioner dan menyatakan bahwa mayoritas pasien DM tipe 2 kategori tidak aktif dan tingkat aktivitas fisik rendah^{13,18}. Rendahnya aktivitas fisik ini sejalan dengan pernyataan kepustakaan lainnya yang melakukan pengukuran aktivitas fisik menggunakan pedometer yang menyatakan bahwa rerata jumlah langkah pasien DM tipe 2 hanya sekitar 4.000 – 6.000 langkah perhari¹⁷.

Gambaran massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2 dapat dilihat pada enam kepustakaan yang telah didapatkan^{14,16,17,20,23}. Berdasarkan tiga dari sebelas kepustakaan rerata massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2 adalah 2,78 – 4,8 kg^{14,17,23}. Berdasarkan kepustakaan Herzig dkk, Koo dkk, dan Choi dkk yang mengukur lemak visceral menggunakan *Computerized Tomography* (CT) menyatakan bahwa pasien diabetes melitus tipe 2 rata-rata memiliki daerah lemak visceral lebih luas 50-70% dari nilai *cut-off* ($\geq 100 \text{ cm}^2$)^{15,16,20}.

Delapan dari sebelas kepustakaan yang diteliti membahas mengenai pengaruh aktivitas fisik terhadap DM tipe 2^{15-19,21,23}. Berdasarkan empat dari sebelas kepustakaan menyatakan bahwa aktivitas fisik menurunkan risiko keparahan diabetes melitus dengan melihat dari kadar HbA_{1c} (hemoglobin terglikasi), glukosa darah puasa, dan K_{ITT}^{19,21-23}. Menurut penelitian Yamaguchi *et. al.*, aktivitas fisik sedang dengan volume 420 menit per minggu menunjukkan perubahan pada kadar HbA_{1c} sebesar -18,7% ($p<0,01$)¹⁰³. Pernyataan mengenai penurunan HbA_{1c} juga didukung oleh penelitian Bacchi *et. al.*, yang mana didapatkan perbaikan kadar HbA_{1c} sebesar -0,4% ($p<0,001$) setelah melakukan aerobic 3x 60 menit/minggu¹⁹. Menurut penelitian Baasch-Skytte *et. al.*, penurunan kadar gula darah puasa hanya terlihat pada aktivitas fisik dengan intensitas sedang yaitu sebesar 168 mmol/menit/liter ($p=0,01$)⁹⁷. Penelitian Yamaguchi *et. al.* menunjukkan aktivitas fisik sedang 2x30 menit/hari memiliki hubungan dengan perubahan kadar glukosa darah puasa pada pasien DM tipe 2 sebesar -28,9% ($p<0,01$)²¹.

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan tinjauan kepustakaan sistematis (TKS) yang bertujuan untuk mengeksplorasi tingkat aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2 dengan mengadopsi konsep Cook dan West. Melalui pencarian tersebut didapatkan sebelas kepustakaan yang sesuai dengan kriteria peneliti dengan rincian 1 kepustakaan *cross-sectional* dan 10 kepustakaan *randomized controlled trial*.

Penelitian ini menunjukkan hubungan positif antara aktivitas fisik tingkat sedang terhadap penurunan massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2. Berdasarkan analisis kepustakaan didapatkan bahwa rerata massa lemak visceral pasien DM tipe 2 berada di atas nilai *cut-off* dengan tingkat aktivitas fisik ringan - sedang. Efek aktivitas fisik dalam mereduksi lemak visceral adalah menurunkan penyimpanan asam lemak atau meningkatkan sistem saraf simpatik melalui lipolisis²⁴. Penurunan massa

lemak visceral penting terutama dalam penurunan risiko penyakit kardiovaskular sebagai salah satu komplikasi DM tipe 2^{10,11}.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik intensitas sedang dengan frekuensi 3-5 kali seminggu selama 30-60 menit memiliki pengaruh lebih baik dalam penurunan massa lemak visceral dibandingkan aktivitas fisik intensitas berat dengan frekuensi atau durasi yang sama. Mekanisme yang memungkinkan dalam penurunan massa lemak visceral melalui aktivitas fisik adalah akibat peningkatan kadar katekolamin, GH, dan VO_{2max} . Konsentrasi katekolamin meningkat selama aktivitas fisik sedang-berat dan menstimulasi lipolisis lemak visceral. Aktivitas fisik tingkat sedang menstimulasi sekresi hormon lipolitik seperti katekolamin melalui aktivasi sistem saraf simpatik, yang kemudian meningkatkan oksidasi lemak²⁵. Semakin besar oksidasi lemak yang terjadi, maka semakin banyak pula asam lemak bebas yang bersirkulasi setelah latihan fisik. GH juga memiliki kemampuan meningkatkan oksidasi asam lemak bebas pada otot rangka, yang mana oksidasi asam lemak bebas pada otot rangka bekerja sama dalam meningkatkan glukosa dan metabolisme lipid saat olahraga²⁶. Kadar GH yang terlalu tinggi dapat mengubah homeostasis glukosa, memperburuk sensitivitas insulin dan kadar glukosa puasa²⁶. Hasil penelitian ini menunjukkan VO_{2max} meningkat setelah aktivitas fisik berat yang memberi dampak keseimbangan energi dan lipolisis. Lipolisis tetap aktif saat VO_{2max} berada di atas 40-50% dan meningkat melalui latihan secara reguler selama minimal 15 menit per hari.

Terdapat 4 komponen aktivitas fisik yang harus dinilai yaitu frekuensi, intensitas, waktu dan tipe aktivitas fisik. Berdasarkan hasil tinjauan yang didapatkan, pengaruh aktivitas fisik dalam menurunkan massa lemak visceral bervariasi. Hasil berbeda dari kepustakaan yang didapatkan disebabkan oleh perbedaan karakteristik populasi, besar sampel, dan perbedaan intervensi yang diberikan. Penurunan massa lemak visceral yang terjadi dipengaruhi dengan pola diet, jumlah dan intensitas aktivitas fisik yang dilakukan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan rerata gambaran aktivitas fisik pada pasien DM tipe 2 memiliki tingkat aktivitas fisik ringan dan cenderung tidak aktif. Gambaran aktivitas fisik pasien DM tipe 2 di Indonesia tidak berbeda dengan hasil penelitian ini. Beberapa penelitian yang dilakukan di berbagai daerah di Indonesia yang menunjukkan 43,2% - 70% penderita DM tipe 2 melakukan aktivitas fisik dengan tingkat yang rendah^{7,8}. Gaya hidup, keterbatasan kemampuan dalam bergerak, usia, jenis kelamin, dan komplikasi yang dimiliki menjadi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat aktivitas fisik pada pasien DM tipe 2. Kurangnya aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko terjadinya komplikasi pada pasien DM tipe 2. Beberapa komplikasi pada pasien DM tipe 2 diantaranya stroke, aterosklerosis, hipertensi, dan risiko penyakit kardiovaskular lainnya.

Berdasarkan analisis kepustakaan didapatkan bahwa rerata massa lemak visceral pasien DM tipe 2 secara keseluruhan berada di atas nilai *cut-off* ($>100\text{cm}^2$) atau tinggi. Peningkatan massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2 dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, usia, jenis kelamin, diet, dan aktivitas fisik. Salah satu hal yang menarik dalam TKS ini peningkatan massa lemak visceral pada pasien DM ini tidak dapat digambarkan dengan berat badan^{14,22}. Menurut Dobrosielski dkk, latihan fisik dapat menurunkan lemak visceral dengan atau tanpa diikuti dengan penurunan berat badan²⁷. Hasil serupa juga disampaikan oleh Gepner dkk, latihan fisik dan diet memiliki pengaruh terhadap penurunan massa lemak visceral tanpa dipengaruhi perubahan berat badan²⁴. Sesuai dengan uraian tersebut, dapat

disimpulkan bahwa berat badan tidak dapat memproyeksikan massa lemak visceral. Keadaan tersebut dapat terjadi karena degradasi massa lemak visceral yang terjadi diikuti dengan peningkatan massa otot.

Pengukuran terbaik dalam mengetahui massa lemak visceral adalah dengan menggunakan CT. Hal ini didukung oleh pernyataan Lee et. al., yang menyebutkan bahwa CT merupakan alat yang paling akurat untuk mengukur massa lemak visceral saat ini²⁸. Melalui penelitian lain, Borga et. al. memberikan pernyataan bahwa pengukuran lemak visceral paling baik dilakukan menggunakan CT dan MRI²⁹. Pengukuran massa lemak visceral menggunakan CT dilakukan dengan posisi supine pada daerah antara tulang vertebra L4-L5.

Dalam penelitian ini juga didapatkan adanya pengaruh aktivitas fisik tingkat sedang terhadap kejadian DM tipe 2, yang mana aktivitas fisik memperbaiki sensitivitas insulin dan mengontrol kadar gula darah pasien DM tipe 2. Perbaikan keadaan ini dapat dilihat melalui perubahan kadar HOMA-IR, HbA_{1c}, kadar LPL, dan K_{ITT} setelah maupun saat beraktivitas fisik. Saat aktivitas fisik, terjadi peningkatan pengantaran glukosa, transfer glukosa dari kapiler ke interstisium, dan peningkatan jumlah GLUT-4 melalui pengaktifan jalur persinyalan insulin sehingga metabolisme glukosa dapat berjalan dengan maksimal. Kondisi ini akan berdampak pada penurunan kadar glukosa darah dan menurunkan kejadian resistensi insulin³⁰.

Kelebihan dari tinjauan kepustakaan sistematis ini adalah penelitian ini terfokus pada pengaruh aktivitas fisik terhadap massa lemak visceral khususnya pada pasien DM tipe 2. Meski demikian, peneliti menyadari bahwa penelitian ini memiliki keterbatasan karena proses tinjauan (*review*) artikel tidak melibatkan peninjau (*reviewer*) lain namun peneliti melakukan wawancara mendalam dengan para ahli sehingga data yang diperoleh mewakili berbagai sudut pandang para ahli. Keterbatasan waktu menjadi salah satu alasan mengapa penelitian ini hanya melibatkan sebelas kepustakaan. Peneliti menyadari bahwa semakin banyak kepustakaan yang dilibatkan tentu akan memberikan hasil yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Melalui penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aktivitas fisik dengan intensitas sedang berperan secara efektif dalam penurunan massa lemak visceral dan perbaikan kondisi pasien diabetes melitus tipe 2.
2. Massa lemak visceral sebagian besar pasien diabetes melitus tipe 2 berada di atas nilai *cut-off* ($\geq 100\text{cm}^2$) atau tinggi. Massa lemak visceral pada pasien diabetes melitus tipe 2 mayoritas diukur dengan menggunakan *Computerized Tomography*. *Computerized Tomography* merupakan alat yang direkomendasikan dalam pengukuran massa lemak visceral pada pasien diabetes melitus tipe 2.
3. Rerata tingkat aktivitas fisik pasien diabetes melitus tipe 2 adalah ringan dan beberapa diantaranya masuk ke dalam kategori inaktif.
4. Aktivitas fisik tingkat sedang berperan dalam mengontrol kadar gula darah dan memperbaiki sensitivitas insulin pada pasien diabetes melitus tipe 2..

SARAN

Adapun saran untuk penelitian ini yaitu:

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh diet atau asupan makanan terhadap massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2.
2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap faktor-faktor lain yang mempengaruhi massa lemak visceral pada pasien DM tipe 2 seperti pola diet, jenis kelamin, kebiasaan merokok, dan konsumsi alkohol.
3. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh perilaku kesehatan (merokok, konsumsi alkohol, dan pola makan) terhadap aktivitas fisik pada pasien DM tipe 2.:

DAFTAR PUSTAKA

1. Kharroubi AT, Darwish HM. Diabetes mellitus : The epidemic of the century. *World J Diabetes*. 2015;6(6):850–67.
2. Olokoba AB, Obateru OA, Olokoba LB. Type 2 Diabetes Mellitus: A Review of Current Trends. *Oman Med J*. 2012;27(4):269–73.
3. IDF. IDF Diabetes Atlas. Eighth edi. 2017.
4. Kim YL, Kim TK, Cheong ES, Shin DG, Choi GS, Jung J, et al. Relation of Absolute or Relative Adiposity to Insulin Resistance , Retinol Binding Protein-4 , Leptin , and Adiponectin in Type 2 Diabetes. *Diabetes Metab J*. 2012;36:415–21.
5. Bu J, Feng Q, Ran J, Li Q, Mei G, Zhang Y. Visceral fat mass is always , but adipokines (adiponectin and resistin) are diversely associated with insulin resistance in Chinese type 2 diabetic and normoglycemic subjects. *Diabetes Res Clin Pract*. 2012;96(396):163–9.
6. Jung SH, Ha KH, Kim DJ. Visceral Fat Mass Has Stronger Associations with Diabetes and Prediabetes than Other Anthropometric Obesity Indicators among Korean Adults. *Yonsei Med J*. 2016;57(3):674–80.
7. Azitha M, Aprilia D, Ilhami YR. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Glukosa Darah Puasa pada Pasien Diabetes Melitus yang Datang ke Poli Klinik Penyakit Dalam Rumah Sakit M . Djamil Padang. *J Kesehat Andalas*. 2018;7(3):400–4.
8. Nurayati L, Adriani M. Hubungan Aktifitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Puasa Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Association Between Physical Activity and Fasting Blood Glucose Among Type 2 Diabetes Mellitus patients. *Amerta Nutr*. 2017;80–7.
9. Shioya-yamada M, Shimada K, Nishitani-yokoyama M, Sai E, Takeno K, Tamura Y, et al. Association Between Visceral Fat Accumulation and Exercise Tolerance in Non-Obese Subjects Without Diabetes. *J Clin Med Res*. 2018;10(8):630–5.
10. Okauchi Y, Iwahashi H, Okita K, Funahashi T, Kishida K, Noguchi M, et al. Weight reduction is associated with improvement of glycemic control in Japanese men, whose hemoglobin A1C is 5.6-6.4%, with visceral fat accumulation, but not without visceral fat accumulation. *J Diabetes Investig*. 2013 Sep;4(5):454–9.
11. Soniya I, Devi MA, Rosemary S. Body Composition in Diabetes Mellitus. *IOSR J Dent Med Sicences*. 2014;13(1):68–70.
12. Wang L, Yu Y, Tao T, Zhang J, Id WG. The self-care dilemma of type 2 diabetic patients : The mechanism of self-regulation resource depletion. *PLoS One*. 2018;13(12).
13. Nakanishi S, Hirukawa H, Shimoda M, Tatsumi F, Kohara K, Obata A, et al. Impact of physical activity and sedentary time on glycated hemoglobin levels and body composition: Cross-sectional study using outpatient clinical data of Japanese patients with type 2 diabetes. *J Diabetes Investig*. 2019 Nov;
14. Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, Del PDP. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes Metab [Internet]*.

2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabet.2016.07.031>

15. Herzig K, Ahola R, Leppa J. Light physical activity determined by a motionsensor decreases insulin resistance , improves lipid homeostasis and reduces visceral fat in high-risk subjects : PreDiabEx study RCT. *Int J Obes.* 2014;38:1089–96.
16. Koo BK, Han KA, Ahn HJ, Jung JY, Kim HC, Min KW. Short Report The effects of total energy expenditure from all levels of physical activity vs . physical activity energy expenditure from moderate-to-vigorous activity on visceral fat and insulin sensitivity in obese Type 2 diabetic women. *Diabet Med.* 2010;27:1088–92.
17. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, et al. The Effects of Free-Living Interval- Walking Training on Glycemic Control, Body Composition, and Physical Fitness in Type 2 Diabetic Patients. *Diabetes Care.* 2013;36:228–36.
18. Szilagy B, Kukla A, Makai A, Ács P, Járomi M. Sports therapy and recreation exercise program in type 2 diabetes : randomized controlled trial ,3-month follow-up. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018;
19. Bacchi E, Negri C, Zanolin M, Milanese C, Faccioli N, Trombetta M, et al. Metabolic Effects of Aerobic Training and Resistance Training in Type 2 Diabetic Subject. *Diabetes Care.* 2012;35:676–82.
20. Choi KM, Han KA, Ahn HJ, Hwang SY, Hong HC, Choi HY, et al. Effects of Exercise on sRAGE Levels and Cardiometabolic Risk Factors in Patients with Type. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(October):3751–8.
21. Yamaguchi T, Saiki A, Endo K, Miyashita Y, Shirai K. Effect of exercise performed at anaerobic threshold on serum growth hormone and body fat distribution in obese patients with type 2 diabetes. *Obes Res Clin Pract.* 2011;5:9–16.
22. Jung JY, Han KA, Ahn HJ, Kwon HR, Lee JH, Park KS, et al. Effects of aerobic exercise intensity on abdominal and thigh adipose tissue and skeletal muscle attenuation in overweight women with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab J.* 2012 Jun;36(3):211–21.
23. Baasch-Skytte T, Lemgart CT, Oehlenschlager MH, Petersen PE, Hostrup M, Bangsbo J, et al. Efficacy of 10-20-30 training versus moderate-intensity continuous training on HbA1c, body composition and maximum oxygen uptake in male patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Diabetes Obes Metab.* 2020 May;22(5):767–78.
24. Gepner Y, Shelef I, Schwarzfuchs D. Effect of Distinct Lifestyle Interventions on Mobilization of Fat Storage Pools. *AHA journals.* 2018;137:1143–57.
25. Jocken JWE, Blaak EE. Catecholamine-induced lipolysis in adipose tissue and skeletal muscle in obesity. *Physiol Behav.* 2008;94:219–30.
26. Stanley TL, Grinspoon SK. Effect of Growth Hormone Releasing Hormone on Visceral Fat, Metabolic and Cardiovascular Indices in Human Studies. *Growth Horm IGF Res.* 2015;25(2):59–65.
27. Dobrosielski DA, Gibbs BB, Chaudhari S, Ouyang P, Silber HA, Stewart KJ Effect of exercise on abdominal fat loss in men and women with and without type 2 diabetes. *BMJ Open.* 2013;1–7.
28. Lee D, Park KS, Ahn S, Ku EJ, Jung KY, Kim YJ, et al. Comparison of Abdominal Visceral Adipose Tissue Area Measured by Computed Tomography with That Estimated by Bioelectrical Impedance Analysis Method in Korean Subjects. *MDPI J.* 2015;10513–24.
29. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment : from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med.* 2018;66:887–95.
30. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and Skeletal Muscle Glucose Uptake. *Physiol Rev.* 2013;93:993–1017