

PENGARUH OBESITAS TERHADAP KARAKTERISTIK POLA BERJALAN : *LITERATURE REVIEW*

Wahyu Prasasti¹, Wardiansah², Hartanto³

¹Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas
Hang Tuah, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

²Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas
Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

³Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran dan Ilmu
Kesehatan Universitas Kristen Krida Wacana, DKI Jakarta,
Indonesia

Korespondensi : Wahyu Prasasti. Email : drsasti.fkuht@gmail.com.

Telp/ HP : 081230000631

Naskah Masuk 03 Juli 2023, Revisi 15 September 2023, Layak Terbit 30 September 2023

Abstrak

Obesitas adalah suatu permasalahan kesehatan global yang angka kejadiannya semakin meningkat di dunia. Salah satu hal yang menjadi perhatian adalah bagaimana obesitas ternyata dapat mempengaruhi pola berjalan/*gait characteristic* seseorang sehingga dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal. Banyak penelitian terkait pola berjalan/*gait characteristic* yang dialami oleh penderita obesitas. Tujuan dari *literature review* adalah melengkapi informasi lebih lanjut tentang pola berjalan/*gait characteristic* yang dialami oleh penderita obesitas sehingga nantinya dapat dimanfaatkan untuk pencegahan dari gangguan muskuloskeletal terkait dengan keadaan obesitas. Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan menarik suatu kesimpulan dari sumber data yang diseleksi dari beberapa jurnal baik nasional maupun internasional yang terbit pada tahun 2011–2021. Hasil dari telaah yaitu obesitas dapat menyebabkan penurunan keseimbangan, penurunan kecepatan berjalan, serta mempengaruhi beberapa parameter karakteristik *gait* seperti misalnya perubahan jarak dan lebar langkah, jarak *stride*, serta beberapa sudut yang dibentuk oleh sendi lutut dan *ankle* saat berjalan, sehingga menyebabkan pola berjalan yang berbeda dibandingkan pola berjalan normal. Maka dapat disimpulkan bahwa pola berjalan pada penderita obesitas cenderung berpotensi memberikan pengaruh buruk sehingga dapat menyebabkan penyakit muskuloskeletal misalnya *osteoarthritis*.

Kata kunci : obesitas, pola berjalan, keseimbangan

Abstract

Obesity is a global health problem with increasing prevalence worldwide. One aspect of concern is how obesity can affect an individual's gait characteristics, leading to musculoskeletal disorders. Numerous studies have explored the gait characteristics experienced by individuals with obesity. The objective of this literature review is to provide further information on the gait characteristics of individuals with obesity, which can be utilized for the prevention of obesity-related musculoskeletal disorders. The methodology employed in this study is a literature review, creating conclusions from selected data sources from various national and international journals published between 2011 and 2021. The findings reveal that obesity can lead to decreased balance, reduced walking speed, and influence several gait characteristic parameters, such as changes in step length and width, stride length, as well as various angles formed by the knee and ankle joints during walking, resulting in a distinct gait pattern compared to normal gait. Therefore, it can be concluded that individuals with obesity are prone to exhibit an altered gait pattern, which can potentially contribute to musculoskeletal problems such as osteoarthritis.

Keywords : obesity, gait, balance

PENDAHULUAN

Citasi :

Prasasti, W., Wardiansah, Hartanto, Peppy, N., 2023 / Pengaruh Obesitas Terhadap Karakteristik Pola Berjalan : *Literature Review*

Obesitas merupakan suatu keadaan medis yang ditandai oleh penumpukan lemak yang berlebihan pada tubuh. Dampak dari kondisi ini sangat merugikan kesehatan serta dapat menyebabkan berbagai penyakit yang diikuti oleh komplikasi yang serius pada manusia. Selain itu, obesitas pastinya dapat mempengaruhi kemampuan manusia dalam beraktivitas di kesehariannya, termasuk saat berjalan.(1-3)

Diketahui bahwa obesitas dapat disebabkan dari beberapa hal yang cenderung bervariasi, akan tetapi, beberapa hal yang memegang peran utama antara lain meliputi pola makan yang tidak sehat, aktivitas fisik yang kurang, faktor genetik, serta keadaan lingkungan sekitar.(1,2) Akumulasi lemak pada tubuh manusia dapat disebabkan oleh konsumsi makanan yang kandungan lemak serta kalori yang tinggi, pola makan tidak seimbang, diikuti oleh gaya hidup yang kurang aktif.(1,2)

Obesitas juga merupakan suatu permasalahan kesehatan global yang angka kejadiannya semakin meningkat di dunia.(1,2,4,5) Menurut artikel pada Majalah *Time* tertuliskan bahwa saat ini, tahun 2023, sekitar 3,12 miliar orang (39% dari populasi global) mengalami obesitas.(6) Menurut perkiraan Organisasi Kesehatan Dunia / *World Health Organization* (WHO) sekitar 13% populasi dewasa di dunia (11% laki-laki dan 15% perempuan) mengalami obesitas pada tahun 2016.(1) Di Indonesia

berdasarkan data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia diketahui bahwa dalam kurun waktu 10 tahun terjadi suatu peningkatan yang cukup signifikan pada angka kejadian obesitas dari 10,5% di tahun 2007 menjadi 21,8% di tahun 2018.(7)

Beberapa referensi mengatakan bahwa obesitas perlu mendapat perhatian khusus karena sangat berhubungan beberapa penyakit, antara lain : risiko penyakit kardiovaskuler; risiko utama dalam perkembangan diabetes tipe 2; meningkatkan risiko beberapa jenis kanker (kanker payudara, kolorektal, dan kanker endometrium); dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti sleep apnea dan asma; sebagai penyebab gangguan metabolik seperti sindrom metabolik; berkontribusi pada beberapa masalah psikologis; serta perubahan pola berjalan yang dapat meningkatkan terjadinya gangguan muskuloskeletal misalnya *osteoarthritis*.(1-9)

Metode umum yang selama ini secara global telah digunakan untuk menentukan apakah seseorang mengalami obesitas atau tidak yaitu dengan penghitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) atau yang disebut juga *Body Mass Index* (BMI). Perhitungan IMT dilakukan dengan cara membagi berat badan seseorang (dalam kilogram) dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter). Adapun klasifikasi IMT berdasarkan *World Health Organization* (WHO) ditunjukkan pada Tabel 1.(1,10)

Tabel 1. Klasifikasi indeks massa tubuh berdasarkan *World Health Organization*(1,10)

Nilai IMT	Kategori
<18,5	<i>Underweight</i>
18,5 – 24,9	Normal
25,0 – 29,9	<i>Overweight</i>
>30	Obesitas

Pada perhitungan IMT tidak memperhitungkan komposisi tubuh individu, misalnya perbedaan antara lemak tubuh dan massa otot, sehingga dapat dicontohkan yaitu bila seseorang dengan massa otot yang tinggi dapat memiliki IMT yang tinggi meskipun tidak mengalami obesitas. Hal tersebut merupakan keterbatasan penilaian IMT, oleh karena itu, penggunaan IMT sebaiknya dikombinasikan dengan penilaian lebih lanjut, misalnya pengukuran lingkar pinggang dan evaluasi komposisi tubuh.(1,10)

Pola berjalan seperti yang dikatakan oleh Marion, Tony (2011) diartikan suatu ragam berjalan dengan melakukan gerakan berpindah tempat serta mengandung pertimbangan secara detail dan rinci. Pola berjalan sangat dikaitkan dengan sendi dan otot. Berjalan adalah suatu cara untuk menempuh jarak tertentu, dimana merupakan hasil dari hilangnya keseimbangan pada saat sikap berdiri dari kedua kaki secara berturut-turut. Dimana setiap keseimbangan dari satu kaki yang hilang, akan diganti atau diikuti

oleh tumpuan baru dari kaki yang satunya, sehingga terjadilah suatu keseimbangan kembali.(11)

Biomekanika dalam pola berjalan melibatkan suatu siklus berjalan / gait cycle yaitu suatu rangkaian fungsional gerakan pada satu anggota badan, yang mayoritas dilakukan oleh ekstremitas inferior. Siklus berjalan berlangsung semenjak salah satu dari kaki menginjak tanah hingga kaki yang sama tersebut kembali menginjak tanah. Dalam satu siklus berjalan terdiri dari 2 fase, yaitu fase menapak / stance phase dan fase mengayun / swing phase. Menurut Christopher (2006), stance phase dilakukan sebesar 60%, sedangkan swing phase sebesar 40% dalam satu siklus berjalan, dimana pada setiap fasenya terdapat tahapan masing-masing. Stance phase memiliki 5 tahapan, yaitu initial contact, loading response, midstance, terminal stance, dan pre-swing. Swing phase terdiri dari 3 tahapan, yaitu initial swing, mid-swing, dan terminal swing.(12-16) Penjelasan lanjut tentang fase dan tahapan siklus berjalan terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Fase dan tahapan siklus berjalan(12-16)

Fase	Tahapan	Interval	Keterangan
Stance phase	<i>Initial contact</i>	0-2%	Awal dari <i>stance phase</i> dengan posisi <i>heel rocker</i> atau saat tumit mulai menyentuh lantai. Pada tahapan ini, kaki satunya berada pada akhir <i>terminal stance</i> dan juga menyentuh lantai sehingga terjadi posisi <i>double stance</i> .
	<i>Loading respons</i>	0-10%	Kaki yang melakukan <i>initial contact</i> secara keseluruhan akan menapak di lantai dan dilanjutkan sampai kaki yang satunya mengangkat untuk mengayun.
	<i>Midstance</i>	10-30%	Tungkai akan memulai dorsofleksi, bayangan dari tungkai mulai bergerak ke arah depan sementara lutut dan pinggul melakukan ekstensi. Tungkai yang berlawanan mulai bergerak menuju fase <i>mid-swing</i> .
	<i>Terminal stance</i>	30-50%	Tubuh bergerak maju saat tumit terangkat dari tanah, bersiap untuk <i>swing phase</i> .
	<i>Pre-swing</i>	50-60%	Akhir <i>stance phase</i> . Toe-off terjadi saat kaki yang berlawanan terangkat dari tanah, memulai <i>swing phase</i> .
Swing phase	<i>Intial swing</i>	60-73%	Kaki terangkat dari lantai, dan tungkai berayun ke depan.
	<i>Mid-swing</i>	73-87%	Tungkai berlanjut mengayun ke arah depan, dan lutut mulai melakukan ekstensi.
	<i>Terminal swing</i>	87-100%	Tungkai menyelesaikan ayunannya, bersiap untuk <i>stance phase</i> berikutnya.

Karakteristik pola berjalan dapat diamati dari beberapa parameter yang menggambarkan berbagai aspek terkait pola berjalan seseorang, seperti misalnya pengukuran dan analisis gaya berjalan dalam hal jarak langkah/*step* yaitu jarak horizontal yang didapatkan di antara tumit satu kaki dengan tumit kaki yang sama pada langkah berikutnya(13), lebar langkah/*step* yaitu merupakan jarak horizontal yang dibentuk oleh pusat tubuh saat berjalan, dinyatakan dengan jarak antara titik tengah tumit kaki satu dengan titik tengah tumit kaki yang lain(17), jarak *stride* yang diukur sebagai jarak horizontal

antara titik kontak pertama dari dua kaki yang berbeda(14), rentang gerakan lutut / *knee range of motion*, keseimbangan, kecepatan, waktu siklus, panjang langkah, dan simetri langkah.(12-15,18)

Karakteristik pola berjalan juga dipengaruhi *Ground Reaction Force* (GRF). GRF merupakan suatu gaya yang dihasilkan saat terjadinya interaksi antara kaki individu dan permukaan lantai saat berjalan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap pola berjalan manusia. GRF terutama sangat mempengaruhi fase *innitial contact*, *midstance*, *terminal stance*, serta *pre-swing*.(13,14,16,19)

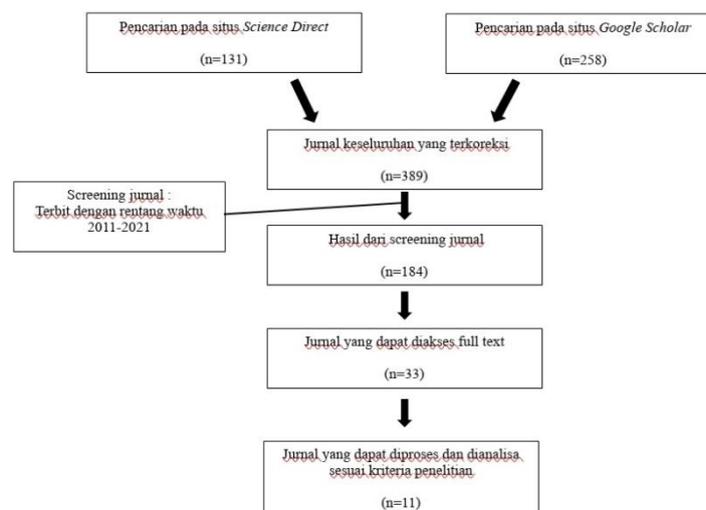
Selain GRF, terdapat hal lain yang mempengaruhi pola berjalan yaitu *Center of Pressure* (COP) yang mengacu pada suatu titik di bawah kaki manusia di permukaan lantai yang menerima tekanan dari GRF. Posisi serta pergerakan COP memiliki peran penting dengan pola berjalan manusia. Posisi COP yang stabil dan terkendali sangat diperlukan untuk menjaga keseimbangan serta kestabilan saat manusia berjalan. Pergeseran dari titik COP yang terlalu besar dapat menyebabkan gangguan keseimbangan tubuh sehingga menyebabkan risiko jatuh.(16) Perpindahan COP selama siklus berjalan mengakibatkan pemindahan beban tubuh dari satu kaki ke kaki lainnya secara efisien. Pemindahan beban yang terkoordinasi dengan baik serta efektif dapat menjaga pola berjalan yang stabil dan efisien.(14)

Saat ini, dengan banyaknya penelitian terkait pola berjalan/*gait*

characteristic yang dialami oleh penderita obesitas, maka peneliti melakukan studi kajian literatur atau *literature review* dengan tujuan serta harapan dapat melengkapi informasi lebih lanjut tentang pola berjalan/*gait characteristic* yang dialami oleh penderita obesitas yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk pencegahan gangguan muskuloskeletal terkait dengan keadaan obesitas.

METODE

Penulis menggunakan metode studi pustaka/*literature review* dalam penulisan artikel ini, dengan menggunakan kata kunci yaitu : obesitas dan pola berjalan/*gait*. Terdapat beberapa jurnal dan dokumen yang sesuai dengan informasi tersebut juga ditelaah oleh penulis untuk mendapatkan informasi yang lebih sah. Ringkasan pada hasil penelusuran tinjauan artikel/*review*



Gambar 1. Ringkasan metode penelusuran jurnal untuk *literature review*

article yang berhungan akan dikumpulkan dalam Gambar 1. Artikel ini menggunakan beberapa kriteria inklusi antara lain sumber data yang akan digunakan merupakan data dari beberapa jurnal yang terbit tahun 2011–2021, penelitian tentang hubungan obesitas dengan pola berjalan/*gait* serta beberapa artikel penelitian berbahasa Indonesia dan Inggris.

Kriteria eksklusi pada artikel ini adalah jurnal-jurnal penlitian yang tidak bisa diakses serta terbitnya sebelum tahun 2011.

HASIL

Ringkasan yang dihasilkan melalui hasil penelusuran dari literature review yang terkait dan sesuai dikumpulkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil penelusuran literatur

No.	JUDUL	PENULIS	TEMUAN
1.	<i>The impact of obesity in the kinematic parameters of gait in young women</i>	Tânia Cristina Dias da Silva-Ham et al., 2013	<ul style="list-style-type: none"> Pergerakan sudut lutut perempuan dengan obesitas sangat mirip dengan perempuan eutrofik, tetapi terdapat penundaan saat menyelesaikan tahapan dalam beberapa siklus berjalan yang melibatkan pergerakan lutut dan pergelangan kaki yang menjadi penyebab penurunan kecepatan berjalan pada penderita obesitas.(20) Pada perempuan obesitas didapatkan penurunan rata-rata jarak langkah kaki kanan dan kiri serta penurunan rata-rata jarak <i>stride</i>, kaki kanan dan kiri.(20)
2.	<i>Effect of obesity on knee and ankle biomechanics during walking</i>	Paolo Capodaglio et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> Penderita obesitas menunjukkan fleksi lutut yang lebih sedikit baik saat <i>swing phase</i> maupun <i>stance phase</i>, sudut ab-adduksi lutut yang lebih besar baik saat <i>swing phase</i> maupun <i>stance phase</i> dan keadaan abnormal ekstensi-fleksi lutut selama melakukan seluruh siklus berjalan.(21) Rentang gerak sendi <i>ankle</i> yang berkurang selama <i>terminal stance</i>.(21) Obesitas dapat meningkatkan risiko osteoarthritis bila ditinjau dari temuan muskuloskeletalnya saat berjalan.(21)
3.	<i>Kinematic and kinetic changes in obese gait in bariatric surgery-induced weight loss</i>	Paavo Vartiainen et al., 2012	<ul style="list-style-type: none"> Massa tubuh memberikan pengaruh terhadap kecepatan berjalan seseorang. (22) Massa tubuh yang lebih berat menyebabkan penurunan kecepatan berjalan seseorang.(22)
4.	<i>Gait speed and body mass index: Results from the AMI study</i>	Maturin Tabue-Teguo et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat perbedaan kecepatan berjalan antar kelompok lansia dengan IMT <i>underweight</i>, <i>overweight</i>, dan obesitas. (23) IMT mempengaruhi kecepatan berjalan individu pada usia lanjut. (23)
5.	Hubungan obesitas terhadap keseimbangan	Dinda Annisa Fitria et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> Obesitas dapat mempengaruhi keseimbangan dikarenakan terjadinya perubahan secara anatomi yaitu

	postural		ditemukannya penurunan ruang lingkup sendi, berkurangnya elastisitas ligamen dan otot serta terjadinya perubahan <i>center of gravity</i> saat berjalan yang mengakibatkan berkurangnya kestabilan pada individu dengan obesitas.(24)
6.	<i>Biomechanical effects of obesity on balance</i>	Hannah C. Del Porto et al., 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Penderita obesitas memiliki <i>gait</i> yang abnormal, terjadinya peningkatan lebar langkah untuk meningkatkan stabilitas lateral tetapi secara otomatis dapat meningkatkan <i>Ground Reaction Force</i> (GRF) pada sendi lutut.(25) • IMT adalah penentu dalam berbagai uji keseimbangan baik yang statis maupun dinamis.(25) • Obesitas dapat menyebabkan gangguan keseimbangan saat diminta untuk menjaga stabilitas ketika melakukan beberapa kegiatan termasuk berjalan. (25) • Penyebab terjadinya gangguan keseimbangan yaitu penurunan sensitivitas mekanoreseptor pada plantar serta peningkatan massa tubuh dimana mengakibatkan perubahan kekuatan otot sebagai mekanisme adaptasi yang secara otomatis mempengaruhi <i>center of pressure</i> saat berjalan.(25)
7.	Hubungan antara obesitas dengan keseimbangan postural pada mahasiswa universitas Esa Unggul	Yohanes Paulus Meo et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Semakin tinggi obesitas maka semakin rendah nilai keseimbangan postural statis (mata terbuka), semakin rendah nilai keseimbangan postural statis (mata tertutup), dan semakin rendah nilai keseimbangan postural dinamis. (26)
8.	<i>Effects of obesity on balance and gait alterations in young adults</i>	Aparna Sarkar et al., 2011	<ul style="list-style-type: none"> • Obesitas memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan lebar langkah.(27) • Terdapatnya hubungan obesitas dengan keseimbangan.(27) • Keseimbangan pada perempuan maupun laki-laki dengan obesitas lebih terganggu daripada laki-laki dan perempuan dengan IMT normal.(27) • Keseimbangan pada perempuan dengan obesitas lebih terganggu daripada laki-laki dengan obesitas, dapat diambil kesimpulan lainnya yaitu perempuan obesitas lebih rentan terhadap risiko jatuh.(27)
9.	<i>Associations of obesity with balance and gait among young adults in Bangladesh</i>	Rajib Mondal et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat hubungan yang signifikan antara obesitas dengan karakteristik <i>gait</i>.(28) • Sebagian besar partisipan yang obesitas memiliki jarak langkah yang lebih rendah, lebar langkah yang lebih tinggi, dan sudut kaki yang lebih tinggi saat berjalan.(28) • Semua partisipan yang obesitas

			memiliki postur yang lordosis dan gaya berjalan <i>waddling</i> . Sebaliknya, tidak ada peserta dengan berat badan normal yang memilikinya.(28)
10.	<i>Postural stability in obese and non-obese young women.</i>	Błaszczuk, J. W. et al., (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan berat badan dapat mengganggu mekanisme keseimbangan tubuh.(29) • Peningkatan beban pada sistem muskuloskeletal dan perubahan dalam pengaturan refleks postural dapat menyebabkan penurunan keseimbangan saat berjalan.(29)
11.	<i>Nutritional status and gait speed in a nationwide population-based sample of older adults.</i>	Joana Mends et al., 2018	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Overweight</i>, obesitas, dan kekurangan gizi secara langsung terkait dengan penurunan kecepatan berjalan.(30) • Pada perempuan terjadi penurunan kecepatan berjalan dua kali lebih lambat jika dibandingkan laki-laki.(30) • Kecepatan berjalan menunjukkan manfaat potensial untuk mengetahui masalah gizi seseorang, tetapi penyelidikan lebih lanjut dianjurkan. (30)
12.	<i>Effects of obesity and foot arch height on gait mechanics: A cross-sectional study.</i>	Daekyoo Kim et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> • BMI memberikan pengaruh terhadap tinggi lengkung kaki sehingga memberikan perubahan mekanika sendi pergelangan kaki dan lutut selama berjalan pada orang dewasa muda yang sehat: (i) BMI yang lebih tinggi dengan momen fleksi plantar pergelangan kaki internal puncak yang lebih besar dan (ii) tinggi lengkung yang lebih rendah dengan puncak momen eversi dan abduksi pergelangan kaki internal yang lebih besar dan momen puncak abduksi lutut internal (yaitu, momen adduksi lutut eksternal).(31) • Implikasi untuk memahami peranan tinggi lengkung dalam mengurangi risiko cedera muskuloskeletal, meningkatkan gaya berjalan, dan meningkatkan aktivitas fisik bagi penderita obesitas.(31)
13.	<i>Balance Control in Obese Subjects during Quiet Stance: A State-of-the Art</i>	Veronica Cimolin et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Individu yang mengalami obesitas ditandai dengan berkurangnya keseimbangan yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap berbagai tugas sehari-hari dan pekerjaan. Kehadiran jaringan adiposa yang berlebihan dan penambahan berat badan dapat meningkatkan risiko terjatuh.(32) • Individu yang mengalami obesitas memiliki risiko jatuh yang lebih besar dibandingkan subjek dengan berat badan normal karena adanya stres dan gangguan postural.(32)
14.	<i>Physical Activity and Obesity: Biomechanical and Physiological</i>	J Nantel et al., 2011	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Over weight</i> dan obesitas berhubungan dengan perubahan struktur muskuloskeletal, penurunan mobilitas, modifikasi pola berjalan, dan

	Key Concepts.		
15.	<i>Use of Musculoskeletal Modeling to Examine Lower Limb Muscle Contribution to Gait Balance Control: Effects of Overweight</i>	H. K. Kim et al., 2021	<p>perubahan pengeluaran energi absolut dan relatif untuk aktivitas tertentu.(33)</p> <ul style="list-style-type: none"> Orang dewasa yang kelebihan berat badan menunjukkan kontribusi gastrocnemius yang lebih besar terhadap percepatan <i>centre of movement</i> mediolateral, yang mungkin terkait dengan peningkatan risiko ketidakseimbangan gaya berjalan.(34)

PEMBAHASAN

Pengaruh Obesitas Terhadap Gait

Obesitas diketahui dapat mempengaruhi beberapa parameter yang terkait karakteristik perubahan *gait* seseorang. Diketahui dari penelitian yang dilakukan oleh Tania Cristina et al., (2013) yang menggunakan perempuan usia muda sebagai partisipan, ditemukan bahwa terdapat penurunan jarak langkah baik pada kaki kiri maupun kanan pada perempuan dengan obesitas. Dimana pada perempuan obesitas didapatkan rata-rata jarak langkah kaki kanan dan kiri adalah $0,59 \pm 0,04$ dan $0,58 \pm 0,04$ meter sedangkan pada perempuan dengan IMT normal didapatkan rata-rata jarak langkah kaki kanan dan kiri adalah $0,64 \pm 0,05$ dan $0,58 \pm 0,05$ meter. Didapatkan juga penurunan rata-rata jarak *stride*, pada perempuan obesitas didapatkan rata-rata jarak *stride* kaki kanan dan kiri adalah $1,18 \pm 0,09$ dan $1,17 \pm 0,8$ meter sedangkan pada perempuan dengan IMT normal didapatkan rata-rata jarak *stride* kaki kanan dan kiri adalah $1,29 \pm 0,86$ dan $1,26 \pm 0,97$ meter.(20) Penelitian tersebut selaras dengan penelitian Rajib Mondal et al.,

(2021) yang juga mengemukakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara obesitas dengan karakteristik *gait* dimana sebagian besar peserta obesitas didapatkan jarak langkah yang lebih rendah, lebar langkah yang lebih tinggi, dan sudut kaki yang lebih tinggi saat berjalan. Penelitian yang dilakukan di Bangladesh tersebut juga mengungkapkan bahwa semua partisipan yang obesitas memiliki postur yang lordosis dan gaya berjalan *waddling*. Sebaliknya, tidak ada peserta dengan berat badan normal yang memilikinya.(28)

Peningkatan lebar langkah juga ditemukan oleh Hannah C. Del Porto et al., (2012) melalui penelitiannya yang berjudul "*Biomechanical Effects of Obesity on Balance*" yang mengemukakan bahwa pada penderita obesitas ditemukan keadaan gait abnormal, terjadinya peningkatan lebar langkah untuk meningkatkan stabilitas lateral tetapi secara otomatis dapat meningkatkan *Ground Reaction Force* (GRF) pada sendi lutut.25 Aparna Sarkar et al., (2011) menemukan adanya peningkatan lebar langkah pada laki-laki, dimana lebar langkah pada laki-laki kelompok kontrol

(IMT normal) yaitu $4,41 \pm 0,15$ inci dan pada laki-laki kelompok obesitas adalah $6,27 \pm 0,35$ inci, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan lebar langkah sebesar 42,17% dengan $P < 0,01$ yang menunjukkan penemuan yang signifikan.(27)

Perubahan yang terjadi saat berjalan pada penderita obesitas juga dapat dilihat dari parameter yang melibatkan sendi dan muskuloskeletal. Dibandingkan dengan partisipan dengan IMT normal, partisipan dengan obesitas menunjukkan fleksi lutut yang lebih sedikit baik saat *swing phase* $56,4 \pm 6,9$ (grup kontrol : $61,2 \pm 4,4$), maupun *stance phase* $12,8 \pm 4,4$ (grup kontrol : $61,2 \pm 4,4$), sudut ab-adduksi lutut yang lebih besar baik saat *swing phase* $28,0 \pm 12,2$ (grup kontrol : $10,8 \pm 7,5$), maupun *stance phase* $10,0 \pm 4,3$ (grup kontrol : $-6,7 \pm 8,8$) dan keadaan abnormal ekstensi-fleksi lutut selama melakukan seluruh siklus berjalan. Pada sendi *ankle*, rentang gerak yang berkurang diamati selama *terminal stance*. Hal tersebut diungkapkan oleh Paolo Capodaglio et al., (2021) melalui penelitiannya yang berjudul “*Effect of Obesity on Knee and Ankle Biomechanics during Walking*” dimana hasil penelitian yang didapat juga dapat memberikan wawasan tentang jalur potensial bahwa obesitas dapat meningkatkan risiko osteoarthritis.(21)

BMI memberikan pengaruh terhadap tinggi lengkung kaki sehingga memberikan perubahan mekanika sendi pergelangan kaki

dan lutut selama berjalan pada orang dewasa muda yang sehat. BMI yang lebih tinggi memberikan momentum puncak fleksi plantar pergelangan kaki internal yang lebih besar dan serta tinggi lengkung kaki yang lebih rendah dengan puncak momentum eversi dan abduksi pergelangan kaki internal yang lebih besar dan momentum puncak abduksi lutut internal yang lebih besar.(31)

Over weight dan obesitas berhubungan dengan perubahan struktur muskuloskeletal, penurunan mobilitas, modifikasi pola berjalan, dan perubahan pengeluaran energi absolut dan relatif untuk aktivitas tertentu.(33)

Pengaruh Obesitas Terhadap Keseimbangan

Dari hasil beberapa penelitian ditemukan bahwa berat badan seseorang dapat mempengaruhi keseimbangan tubuh. Dalam keadaan obesitas ditemukan bahwa mekanisme keseimbangan tubuh akan terganggu. Hal tersebut didukung penelitian oleh Yohanes Paulus Meo et al., (2020) yang menggunakan *single leg stance test* (SLS) dalam keadaan mata terbuka dan tertutup untuk mengukur keseimbangan postural statis serta menggunakan *y-balance test* (Y-BT) untuk mengukur keseimbangan postural dinamis untuk meneliti hubungan antara obesitas dan keseimbangan postural pada subjek berusia 20-27 tahun mendapatkan hasil analisis berdasarkan Uji *Spearman-Rank correlation* yaitu terdapat

hubungan obesitas dengan keseimbangan postural statis mata terbuka ($r = -0,630$), mata tertutup ($r = -0,576$) dan keseimbangan dinamis ($r = -0,600$), sehingga, dapat diartikan bahwa semakin tinggi obesitas maka semakin rendah nilai keseimbangan postural statis (mata terbuka), semakin rendah nilai keseimbangan postural statis (mata tertutup), dan semakin rendah nilai keseimbangan postural dinamis.(26)

Terdapatnya hubungan obesitas dengan keseimbangan juga dikuatkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Aparna Sarkar et al., yang menggunakan *Functional Reach Test* (RFT) sebagai metode lainnya untuk menilai keseimbangan. Hasil RFT perempuan pada grup IMT normal yaitu 11.90 ± 0.12 inci dan 7.01 ± 1.80 inci pada grup obesitas ($t=5.31$, $P<0.001$), sedangkan laki-laki pada grup IMT normal yaitu 16.45 ± 0.72 inci dan 11.66 ± 0.53 pada grup obesitas ($t=6.47$, $P<0.001$). Dari hasil yang didapatkan maka dapat terlihat bahwa nilai pada perempuan obesitas menurun sebesar 41,09% sedangkan pada laki-laki obesitas berkurang sebesar 29,11% bila dibandingkan dengan kelompok IMT normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa keseimbangan pada perempuan obesitas lebih terganggu daripada laki-laki obesitas, sehingga dapat diambil kesimpulan lainnya yaitu perempuan obesitas lebih rentan terhadap risiko jatuh.(27)

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Dinda Annisa et al.,

(2019) menemukan bahwa obesitas dapat mempengaruhi keseimbangan dikarenakan terjadinya perubahan secara anatomi yaitu ditemukannya penurunan ruang lingkup sendi, berkurangnya elastisitas ligamen dan otot serta terjadinya perubahan *center of gravity* saat berjalan yang mengakibatkan berkurangnya kestabilan pada individu dengan obesitas.(24) Hannah C. Et al., (2012) menunjukkan bahwa IMT adalah penentu dalam berbagai uji keseimbangan baik yang statis maupun dinamis. Pada individu dengan obesitas ditemukan keseimbangan yang terganggu saat diminta untuk menjaga stabilitas ketika melakukan beberapa kegiatan termasuk berjalan. Penyebab terjadinya gangguan keseimbangan berdasarkan analisa yang dilakukan oleh penelitian tersebut yaitu pada individu dengan obesitas ditemukan penurunan sensitivitas mekanoreseptor pada plantar serta peningkatan massa tubuh dimana mengakibatkan perubahan kekuatan otot sebagai mekanisme adaptasi yang secara otomatis mempengaruhi *center of pressure* saat berjalan.(25)

Pada penelitian yang berjudul "*Postural stability in obese and non-obese young women*" oleh Błaszczyk, J. W. et al., (2017) memberikan analisa bahwa selain peningkatan beban pada sistem muskuloskeletal yang terjadi pada individu dengan obesitas ditemukan juga perubahan pengaturan refleks postural yang juga menyebabkan penurunan keseimbangan saat berjalan.(29)

Penelitian yang dilakukan oleh Veronica Cimolin et al., (2020) juga menyatakan bahwa individu yang mengalami obesitas diikuti dengan berkurangnya keseimbangan yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap berbagai tugas sehari-hari dan pekerjaan. Kehadiran jaringan adiposa yang berlebihan dan penambahan berat badan dapat meningkatkan risiko terjatuh. Individu yang mengalami obesitas memiliki risiko jatuh yang lebih besar dibandingkan subjek dengan berat badan normal karena adanya stres dan gangguan postural.(32)

Pengaruh Obesitas Terhadap Kecepatan Berjalan

Salah satu aspek yang secara langsung dipengaruhi individu dengan obesitas yaitu kecepatan berjalan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tania Cristina et al., (2013) yang mengemukakan bahwa terjadi penurunan kecepatan berjalan pada individu dengan obesitas. Hasil penelitiannya menunjukkan kecepatan berjalan pada individu dengan IMT normal adalah $1,22 \pm 0,113$ m/s sedangkan pada individu dengan obesitas yaitu $1,06 \pm 0,123$ m/s. Terdapatnya penundaan saat menyelesaikan tahapan dalam beberapa siklus berjalan yang melibatkan pergerakan lutut dan pergelangan kaki adalah faktor yang menjadi penyebab penurunan kecepatan berjalan pada penderita obesitas.(20)

Penelitian di atas nampaknya juga selaras oleh penelitian Paavo Vartiainen et al., (2012) yang menyimpulkan bahwa massa tubuh yang lebih berat menyebabkan penurunan kecepatan berjalan seseorang. Paavo Vartiainen et al., (2012) menggunakan pendekatan eksperimental operasi bariatrik yaitu prosedur operasi untuk menurunkan berat badan yang dilakukan pada individu yang obesitas, dari 13 subjek yang melakukan operasi bariatrik didapatkan rata-rata kecepatan berjalan sebesar 1,2 m/s sebelum operasi bariatrik dan 1,5 m/s setelah operasi bariatrik, maka dapat disimpulkan bahwa penurunan massa tubuh dapat meningkatkan kecepatan berjalan seseorang.(22)

Penelitian yang dilakukan kepada 449 partisipan dalam kategori lanjut usia/lansia dengan usia sekitar 81 tahun oleh Maturin Tabue-Teguo et al., (2020) juga menunjukkan adanya perbedaan kecepatan berjalan antar kelompok lansia dengan IMT *underweight*, *overweight*, dan obesitas, dimana didapatkan hasil bahwa IMT juga mempengaruhi kecepatan berjalan individu pada usia lanjut. Rata-rata kecepatan berjalan ada partisipan laki-laki yang memiliki IMT *underweight* yaitu sebesar 0.83 m/s, *overweight* yaitu sebesar 1,11 m/s dan obesitas yaitu sebesar 0,97 m/s, sedangkan rata-rata kecepatan berjalan ada partisipan perempuan yang memiliki IMT *underweight* yaitu sebesar 0.83 m/s, *overweight* yaitu sebesar 0,87 m/s dan obesitas

yaitu sebesar 0,97 m/s.(23) Pada penelitian tersebut memang tidak bisa ditarik kesimpulan secara langsung bahwa obesitas mengakibatkan penurunan kecepatan berjalan pada lansia, namun terdapat penelitian lainnya yang dilakukan oleh Joana Mendes et al., (2018) memberikan hasil bahwa pada partisipan lansia jenis kelamin laki-laki dengan IMT normal memiliki rata-rata kecepatan berjalan sebesar 0,99 m/s sedangkan pada perempuan yaitu 0,95 m/s, lalu pada partisipan lansia dengan obesitas ditemukan terdapat penurunan rata-rata kecepatan berjalan, yaitu 0,94 m/s pada laki-laki dan 0,79 m/s pada perempuan.(30)

H. K. Kim et al., (2021) menunjukkan bahwa Orang dewasa yang kelebihan berat badan menunjukkan adanya kontribusi gastroknemius yang lebih besar terhadap percepatan *centre of movement* mediolateral, yang mungkin terkait dengan peningkatan terhadap risiko ketidakseimbangan gaya berjalan.(34)

Terdapat beberapa faktor yang memungkinkan hingga terjadinya keadaan pada penelitian di atas antara lain adalah kekuatan otot, keseimbangan dan koordinasi tubuh. Obesitas yang ditandai dengan penumpukan adiposa dapat memengaruhi kemampuan seseorang untuk berjalan dengan cepat dan leluasa. Obesitas juga dapat memberi tekanan tambahan pada sistem muskuloskeletal yaitu sendi, tulang dan otot tubuh yang dapat menyebabkan nyeri sendi

yang pada akhirnya dapat memperlambat kecepatan berjalan. Pada individu dengan obesitas juga cenderung memiliki kelemahan otot dan keseimbangan yang lebih sedikit, yang dapat memengaruhi kemampuan mereka untuk berjalan dengan cepat.(35-38)

Obesitas diketahui dapat mempengaruhi fungsi organ jantung dan pernapasan. Individu dengan obesitas tidak jarang mengalami tekanan yang meningkat pada jantung dan paru-paru, dikarenakan tingkat kebutuhan oksigen yang lebih banyak dan energi untuk bergerak. Sehingga individu dengan obesitas cenderung memperlambat jalannya agar merasa lebih nyaman untuk menghindari sesak nafas dan kelelahan.(39-40)

Selain dikarenakan faktor fisik, obesitas tampaknya juga memberikan efek psikologis yang dapat mempengaruhi kecepatan berjalan seseorang. Stigma sosial dapat menyebabkan perasaan malu, tidak nyaman serta kurang percaya diri saat berjalan di tempat umum sehingga pada akhirnya dapat mempengaruhi kecepatan dan kualitas berjalan.(41-44)

KESIMPULAN

Obesitas diketahui dapat menyebabkan terjadinya penurunan keseimbangan, penurunan kecepatan berjalan, serta mempengaruhi beberapa parameter karakteristik *gait* seperti misalnya perubahan jarak dan lebar langkah, jarak *stride*, serta beberapa sudut yang dibentuk oleh sendi lutut dan *ankle* saat berjalan, sehingga

menyebabkan pola berjalan yang berbeda dibandingkan pola berjalan normal. Maka dapat disimpulkan bahwa pola berjalan pada penderita obesitas cenderung berpotensi memberikan pengaruh buruk sehingga dapat menyebabkan penyakit muskuloskeletal misalnya *osteoarthritis*.

SARAN

Saran dari peneliti adalah perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dan lebih luas mengenai perubahan pola berjalan terkait obesitas, sehingga dapat melengkapi keseluruhan acuan parameter secara komprehensif untuk menilai karakteristik pola berjalan/*gait* pada individu yang menderita obesitas.

CONFLICT OF INTEREST

Semua penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. Obesity and overweight. Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [2] Hu, F.B. (2008). *Obesity epidemiology*. Oxford University Press.
- [3] Birtane, M., & Tuna, H. (2004). *The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults*. *Clinical Biomechanics*, 19(10), 1055-1059.
- [4] World Health Organization. (2020). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic*. Available from <https://www.who.int/publications/i/item/obesity-preventing-and-managing-the-global-epidemic>
- [5] Bluher, M. (2019). Obesity: Global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(5), 288-298.
- [6] Jeffrey K. More Than Half of the World Will Be Obese By 2035, Report Says [internet]. Time. 2023 [cited 20 June 2023]. Available from : <https://time.com/6264865/global-obesity-rates-increasing/>
- [7] Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular. (2023). *Buku panduan hari obesitas sedunia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [8] Bray, G. A., Kim, K. K., Wilding, J. P. H., et al. (2017). *Obesity: A chronic relapsing progressive disease process*. *Obesity Reviews*, 18(7), 715-723.
- [9] Guh, D. P., Zhang, W., Bansback, N., et al. (2009). *The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: A systematic review and meta-analysis*. *BMC Public Health*, 9(1), 88.
- [10] World Health Organization. (2019). *Body mass index - BMI*. Available from <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease->

- [prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi](#)
- [11] Marion T, Tony E. (2011). *Human Movement: An Introductory Text*. USA: Elsevier/Churchill Livingstone.
- [12] Christopher K. (2006). *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*. Philadelphia-USA: Elsevier.
- [13] Perry, J. (2010). *Gait analysis: Normal and pathological function*. SLACK Incorporated.
- [14] Whittle, M. W. (2007). *Gait analysis: An introduction*. Butterworth-Heinemann.
- [15] Rose, J., & Gamble, J. G. (2006). *Human walking*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [16] Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement*. John Wiley & Sons.
- [17] Crenshaw, S. J., & Richards, J. G. (2006). *Normative data for foot-ground clearance during walking*. *Gait & Posture*, 23(3), 329-334.
- [18] Kisner, C., & Colby, L. A. (2017). *Therapeutic exercise: Foundations and techniques*. St. Louis, MO: Elsevier.
- [19] Neptune, R. R., Kautz, S. A., & Zajac, F. E. (2001). *Contributions of the individual ankle plantar flexors to support, forward progression and swing initiation during walking*. *Journal of Biomechanics*, 34(11), 1387-1398.
- [20] Tânia, C., Cibelle, K. M., Flávia, M. G., et al. (2013). *The impact of obesity in the kinematic parameters of gait in young women*. *Int J Gen Med*, 24(6),507-13.
- [21] Paolo, C., Michele, G., Lucia, D., Andrea, F., et al. (2021). *Effect of Obesity on Knee and Ankle Biomechanics during Walking*. *Sensors (Basel)*,21(21): 7114.
- [22] Paavo, V., Timo, B., Tarja, L., Marko, H., et al. (2012). *Kinematic and kinetic changes in obese gait in bariatric surgery-induced weight loss*. *J Biomech*, 26;45(10):1769-74.
- [23] Maturin, T. T. , Karine, P. , Nadine, S. , Mélanie, L. G., et al. (2020). *Gait speed and body mass index: Results from the AMI study*. *PLoS One*, 10;15(3):e0229979.
- [24] Fitria, D., & Berawi, K. (2020). *Hubungan obesitas terhadap keseimbangan postural*. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 7(2), 76-89.
- [25] Hannah, D. P., Celia, P., Darla, S., et al. (2012). *Biomechanical Effects of Obesity on Balance*. *International Journal of Exercise Science*, 5(4).4
- [26] Yohanes, P. M. A., Trisia, L. A., Miranti, et al. (2011). *Hubungan antara Obesitas dengan Keseimbangan Postural pada Mahasiswa Universitas Esa Unggul*. *Jurnal Fisioterapi*, 20(1).
- [27] Aparna, S., Menakshi, S., Nitesh, B., et al. (2011). *Effects of obesity on balance and gait alterations in young adults*.

- Indian J Physiol Pharmacol 2011; 55 (3) : 227-233.
- [28] Rajib, M., Palash, C. B., Rani, B. R. , et al. (2021). *Associations of obesity with balance and gait among young adults in Bangladesh*. J Xiangya Med, 6(16).
- [29] Błaszczuk, J. W., Orawiec, R., & Duda-Kłodowska, D. (2017). *Postural stability in obese and non-obese young women*. Collegium Antropologicum, 41(2), 155-162.
- [30] Joana, M., Nuno, B., Alejandro, S., et al. (2018). *Nutritional status and gait speed in a nationwide population-based sample of older adults*. Sci Rep, 8(1):4227. doi: 10.1038/s41598-018-22584-3.
- [31] Daekyoo Kim, Cara L. Lewis, Simone V. Gill. (2021). *Effects of obesity and foot arch height on gait mechanics: A cross-sectional study*. PLoS ONE 16(11): e0260398.
- [32] Cimolin, Veronica, Nicola Cau, Manuela Galli, and Paolo Capodaglio. (2020). *Balance Control in Obese Subjects during Quiet Stance: A State-of-the-Art*. Applied Sciences 10, no. 5: 1842. <https://doi.org/10.3390/app10051842>
- [33] Nantel J, Mathieu ME, Prince F. Physical activity and obesity: biomechanical and physiological key concepts. J Obes. 2011;2011:650230. doi: 10.1155/2011/650230. Epub 2010 Nov 22. PMID: 21113311; PMCID: PMC2990021.
- [34] H. K. Kim and L. -S. Chou. (2021). *Use of Musculoskeletal Modeling to Examine Lower Limb Muscle Contribution to Gait Balance Control: Effects of Overweight*. IEEE International Conference on Digital Health (ICDH), Chicago, IL, USA, 2021, pp. 315-317, doi: 10.1109/ICDH52753.2021.00056
- [35] Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, et al. *Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women: The Framingham Study*. Ann Intern Med. 1992;116(7):535-539.
- [36] Vincent HK, Heywood K, Connelly J, et al. *Obesity and weight loss in the treatment and prevention of osteoarthritis*. PM R. 2012;4(5 Suppl):S59-67.
- [37] Malnick SD, Knobler H. *The medical complications of obesity*. QJM. 2006;99(9):565-579.
- [38] Karlsson MK, Vonschewelov T, Karlsson C, Cöster M, Rosengren BE. *Prevention of falls in the elderly—a review*. Osteoporos Int. 2013;24(3):747-762.
- [39] Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E. *Exercise capacity in lean versus obese women*. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(5):305-309.
- [40] Hill JO, Wyatt HR, Peters JC. *Energy balance and*

- obesity.* Circulation.
2012;126(1):126-132.
- [41] Puhl RM, Heuer CA. *The stigma of obesity: a review and update.* Obesity (Silver Spring). 2009;17(5):941-964.
- [42] Carels RA, Hinman N, Hoffmann DA, et al. *Stigma, body image, and body mass index: the stigma-creation model.* Eat Behav. 2004;5(2):141-151.
- [43] Ostbye T, Malhotra R, Landerman LR. *Body mass index and mobility disability in adults aged 65 years and older.* Obes Res. 2004;12(6): 923-930.
- [44] Vincent HK, Vincent KR, Lamb KM. *Obesity and mobility disability in the older adult.* Obes Rev. 2010;11(8):568-579