

Dampak Durasi Menderita Diabetes Mellitus Tipe 2 dan Komplikasi Mikrovaskular Terhadap Keseimbangan Tubuh dan Kualitas Hidup

Dwi Rosella Komalasari¹, Taufik Eko Susilo², Tiara Fatmarizka³, Laily Maulida Nur Hifayati⁴

^{1,2,3} Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Korrespondensi: Dwi Rosella Komalasari

✉ drks133@ums.ac.id

Abstract

Dampak Durasi Menderita Diabetes Mellitus Tipe 2 dan Komplikasi Mikrovaskular Terhadap Keseimbangan Tubuh dan Kualitas Hidup

Abstract

Background: Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a group of metabolic diseases characterized by chronic hyperglycemia which can cause microvascular complications including peripheral neuropathy, retinopathy and vestibulopathy. Duration of DM is one of the factors exacerbating microvascular complications and decreasing the quality of life. **Purposes:** To determine the differences of microvascular complications of DM on the quality of life in patients with T2DM based on the duration of diabetes mellitus 5-10 years and more than 10 years. **Methods:** This research was a cross-sectional study with a purposive sampling technique. There were 242 respondents who met the criteria and were divided into 2 groups. **Results:** Microvascular complications increase with increasing duration of T2DM. Microvascular complications of vestibular disorders increase 2-fold in T2DM with a duration of >10 years, which impacts decreasing static balance (standing on a foam with eyes closed) and quality of life. **Conclusion:** Patients with T2DM had a significant deterioration in balance and quality of life compared to T2DM with a duration of 5-10 years

Keywords: Duration, microvascular complications, type 2 diabetes mellitus, balance, quality of life

Dampak Durasi Menderita Diabetes Mellitus Tipe 2 dan Komplikasi Mikrovaskular Terhadap Keseimbangan Tubuh dan Kualitas Hidup

Abstrak

Latar Belakang: Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) merupakan sekelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia kronis yang dapat menimbulkan komplikasi mikrovaskular meliputi neuropati perifer, retinopati, dan vestibulopati. Lamanya menderita DM merupakan salah satu faktor yang memperparah komplikasi mikrovaskular dan menurunkan kualitas hidup. **Tujuan:** Untuk mengetahui perbedaan komplikasi mikrovaskular DM terhadap kualitas hidup penderita DMT2 berdasarkan lama menderita DMT 5-10 tahun dan lebih dari 10 tahun. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian cross-sectional dengan teknik purposive sampling. Responden yang memenuhi kriteria berjumlah 242 orang dan dibagi menjadi 2 kelompok. **Hasil:** Komplikasi mikrovaskular meningkat seiring dengan bertambahnya lama menderita DMT2. Komplikasi mikrovaskular berupa gangguan vestibular meningkat 2 kali lipat pada DMT2 dengan lama menderita DMT >10 tahun yang berdampak pada penurunan keseimbangan statis (berdiri di atas busa dengan mata tertutup) dan kualitas hidup.

Kesimpulan: Pasien DM tipe 2 mengalami penurunan keseimbangan dan kualitas hidup yang signifikan dibandingkan dengan DM tipe 2 dengan durasi 5-10 tahun

Kata kunci: Durasi, komplikasi mikrovaskular, diabetes melitus tipe 2, keseimbangan, kualitas hidup

1. Pendahuluan

Diabetes mellitus tipe 2 (DMT2) adalah sekelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia kronis yang mengakibatkan defisiensi sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya. Penyakit ini menyebabkan banyak komplikasi jangka pendek dan jangka panjang yang serius yang mempengaruhi kesehatan dan kualitas hidup (QoL) (Alberti & Zimmet, 1998). Data *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2015, memperkirakan 415 juta orang dewasa menderita diabetes di seluruh dunia, dan DMT2 berkisar 90-95% dari semua kasus DM. Tahun 2040, jumlah orang dewasa dengan DM diperkirakan meningkat menjadi 642 juta. Data Infodatin (Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI) tahun 2014 berjumlah 9,1 juta atau 5,7% dari penduduk, sekitar 95% pasien diabetes mellitus tipe 2. Indonesian berada di peringkat ke -7 diantara 10 negara dengan jumlah penderita tertinggi (P2PTM, 2020).

DMT2 dapat menyebabkan komplikasi mikrovaskular, antara lain neuropati perifer, retinopati dan nefropati. Komplikasi makrovaskular kronis, antara lain arteri koroner (CAD), penyakit arteri perifer (PAD), dan penyakit serebrovaskular (Silva, Ferreira, & Pinho, 2017). Menurut Bodgar Timar, *neuropathy peripheral diabetic* (DPN) merupakan komplikasi yang sering terjadi dan dapat menurunkan kualitas hidup pasien dan kualitas manajemen diri diabetes secara signifikan, serta memperburuk prognosis dan munculnya komplikasi (Timar et al., 2016). Sekitar 40% pasien dengan DM tipe 2 mengalami komplikasi tersebut (Agrawal, Ward, & Minor, 2013).

DPN dilaporkan sebagai komplikasi DM secara umum, serta sebagian besar disebabkan oleh hiperglikemia dalam waktu yang panjang (Román-Pintos, Villegas-Rivera, Rodríguez-Carrizalez, Miranda-Díaz, & Cardona-Muñoz, 2016) dan disusul oleh retinopati (Boyd, Advani, Altomare, & Stockl, 2013). Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa di antara 1.136 pasien DMT2 berusia 40 tahun lebih, terdapat 54% mengalami disfungsi vestibular. Hasilnya juga mencatat bahwa 22% pasien yang terdiagnosis DM selama 6 sampai 10 tahun, dan 38% yang terdiagnosis lebih dari 10 tahun mengalami disfungsi vestibular (Agrawal, Carey, Della Santina, Schubert, & Minor, 2009). Menurut Kraiwong et.al. (2019), disfungsi vestibular menyebabkan input terdistorsi, sudut dan gerakan linier tubuh. Gangguan penglihatan, mengubah informasi lingkungan sekitarnya. DPN menyebabkan hilangnya sensasi taktil dan getaran, dan mengurangi input proprioseptif yang menyebabkan kesulitan ambulasi (Kraiwong, Vongsirinavarat, Hiengkaew, & von Heideken Wagert, 2019), sehingga dapat terjadi gangguan keseimbangan tubuh dan resiko jatuh tinggi dan gangguan kualitas hidup (Lee, Kang, & Park, 2020).

Tetapi pada beberapa penelitian sebelumnya hanya dijelaskan mengenai pengaruh komplikasi diabetes terhadap keseimbangan dan resiko jatuh. Belum ada penjelasan lebih lanjut bagaimana ketiga komplikasi tersebut dalam mempengaruhi keseimbangan tubuh dan kualitas hidup. Sehingga, peneliti ingin membedakan kejadian komplikasi mikrovaskular terhadap keseimbangan tubuh dan kualitas hidup pada pasien dengan diabetes tipe-2 yang berdurasi 5-10 tahun dengan yang berdurasi lebih dari 10 tahun.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *cross-sectional* dan teknik pengambilan sampel dengan *purposive sampling*. Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei 2022- Juni 2022 di komunitas diabetes mellitus di Grha Diabetika Surakarta. Penelitian ini telah lolos etik penelitian dari Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan nomor 4420/B.1/KEPK-FKUMS/VII/2022.

Perhitungan besar sampel berdasarkan penelitian terdahulu oleh Agrawal (2009) dengan persentase DPN berat (p) adalah 7.1%, z-score=1.96, nilai presisi (d) =0.05 dan nilai proporsi (q) = 1-0.071 yaitu 0.929. Sehingga jumlah responden dalam penelitian ini adalah 121 orang setiap kelompok. Adapun kriteria inklusi ditetapkan sebagai berikut (1) pasien sedang menderita penyakit diabetes mellitus tipe 2, (2) pasien mengalami komplikasi mikrovaskular berupa DPN, retinopati, ataupun vestibulopati, (3) usia diatas 40 tahun, (4) pasien mandiri dan dapat berkomunikasi dengan baik, (5) pasien tidak mengkonsumsi alkohol dan narkoba, (6) pasien bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian. Sedangkan, kriteria eksklusi yang ditetapkan antara lain (1) pasien mengalami keterbatasan dalam berkomunikasi, (2) pasien memiliki keterbatasan berdiri secara mandiri, dan (3) pasien memiliki riwayat penyakit stroke atau penyakit jantung.

Responden dibagi menjadi dua kelompok yaitu DMT2 durasi 5-10 tahun dan kelompok DM lebih dari 10 tahun. *Diabetic Peripheral Neuropathy* (DPN) di skrining dengan *Michigan Neuropathy Screening Instrument* (MNSI). Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan Moghtaderi et.al. (2005) bahwa MNSI merupakan instrumen yang baik dan cukup mudah untuk dilakukan dengan tingkat sensitivitas 61% dan spesifitas 94% dengan *cut score* 2.5 dikategorikan positif DPN (Herman et al., 2012). Retinopati dievaluasi menggunakan *snellen visual acuity test* untuk menguji tingkat ketajaman visual. Responden diminta untuk duduk di depan grafik dan membaca huruf-huruf pada grafik dari huruf terbesar hingga terkecil yang dapat mereka baca. Mereka dapat menggunakan kacamata yang sesuai selama ujian. Skor tersebut diperoleh dengan menggunakan percakapan ketajaman penglihatan, dengan skor ≥ 75 dianggap ketajaman penglihatan normal (Colenbrander, 2010). Sedangkan vestibulopati diskriminasi dengan *romberg test*, dengan tingkat sensitivitas 61% dan spesifitas 58% (Lanska, 2002). Selain itu, banyaknya gangguan sistem sensorik ditentukan dari hasil disfungsi vestibular, neuropati, dan tes visual.

Keseimbangan statik diukur dengan menggunakan Modified Clinical Test Sensory in Balance (mCTSIB). Tes ini terdiri dari 4 kondisi tes, yaitu kondisi 1 berdiri di atas lantai dengan tangan menyilang di dada dan mata terbuka, kondisi 2 dilakukan sama seperti kondisi 1 tetapi

mata tertutup, kondisi 3 pasien diminta berdiri di atas matras (SunMate; Dynamic System Inc., Leicester, NC, USA) dengan ketebalan densitas 24 inci. Untuk masing-masing kondisi dilakukan selama 30 detik. Jika pasien gagal pada setiap kondisi, maka pasien dapat mengulanginya selama 3 kali dan hasil dihitung dalam rata-rata. Pasien dikatakan gagal dalam mCTSIB jika tangan pasien menengadahkan, melangkahakan kakinya, jari-jari terangkat atau membuka mata sebagai konsekuensi menghindari jatuh. Tes ini memiliki sensitivitas 88%-91% dan spesificitas 50%-57% (Wrisley & Whitney, 2004). Sedangkan keseimbangan dinamik di evaluasi dengan menggunakan the Timed Up and Go Test (TUG). Tes ini merupakan alat ukur keseimbangan dinamik fungsional, dimana pasien diminta untuk duduk di kursi dengan sandaran punggung, pada hitungan ketiga pasien berdiri dan berjalan sepanjang 3 meter mengelilingi sebuah cone dan kembali lagi duduk. Pemeriksa memeriksa waktu tempuh kemampuan pasien dengan menggunakan stopwatch dengan satuan detik. TUG memiliki sensitifitas 80% dan speseciftas 56% setta nilai Cronbach's Alpha of 0.79 (Wrisley, Marchetti, Kuharsky, & Whitney, 2004)

Instrumen yang digunakan untuk menilai kualitas hidup penderita DMT2 menggunakan dengan *World Health Organization Measuring Quality of Life BREF* (WHOQOL-BREF). Latifa dkk (2019) menjelaskan bahwa WHOQOL-BREF versi Indonesia merupakan instrumen yang valid, andal dan stabil untuk menilai kualitas hidup (QoL) di Indonesia, dengan reabilitas sampai dengan 88% dan tingkat validitas sampai dengan 75% (Oktavianus Ch, Novia I, Rina K, & Adi, 2007).

3. Hasil

1. Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil penelitian jumlah sampel yang didapatkan sebanyak 242 responden, didapatkan rata-rata umur pasien lebih dari 58 tahun pada pada kelompok DM durasi 5-10 tahun., dan rata-rata umur lebih dari 62 tahun pada kelompok DM durasi lebih dari 10 tahun. Terdapat perbedaan umur antar kedua kelompok. Rata-rata umr DMT2 durasi 5-10 tahun lebih muda dari pada DMT2 >10 tahun.

Tabel 1 Karakteristik demografi pada DMT2 durasi 5-10 tahun dan >10 tahun

Karakteristik responden	DMT2 5-10 tahun (n=121)		DMT2 >10 tahun (n=121)		p-value
	Mean ± SD	N (%)	Mean ± SD	N (%)	
Umur	58,2±8,3		62,6±6,7		<0.001*
Jenis kelamin					0.182
Laki-laki		41 (33,9)		54 (44,6)	
Wanita		79 (65,3)		65 (53,7)	
Status hipertensi					0.028
Hipertensi		48 (39,7)		65 (53,7)	
Tidak hipertensi		73 (60,3)		56 (46,3)	

Status pernikahan			0.064
Menikah	100 (82,6)	88 (72,7)	
Janda	15 (12,4)	24 (19,8)	
Duda	6 (5,0)	9 (7,4)	
Riwayat jatuh			0.230
Tidak pernah	94 (77,7)	84 (69,4)	
Satu kali	21 (17,4)	32 (26,4)	
2/>2x	6 (5,0)	5 (4,1)	
Gula darah puasa	147,2±49,4	149,7±44,5	0.629
Durasi DM	6,6±1,6	14,5±3,7	<0.001*

Referensi: *signifikan

Pada Tabel 1 menunjukkan responden dengan jenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki pada kedua kelompok dengan persentase lebih dari 50% dari total seluruh responden. Terdapat perbedaan jumlah penderita hipertensi antara kedua kelompok, dimana kelompok DMT2 responden di kedua kelompok mempunyai status kadar gula dalam darah di atas normal. Responden dengan status hipertensi pada kelompok DMT2 durasi >10 tahun mempunyai penderita hipertensi lebih tinggi dibanding kelompok DMT2 durasi 5-10 tahun.

Responden dengan riwayat jatuh kelompok DM durasi lebih tinggi dari pada kelompok DM durasi 5-10 tahun. Hal ini juga disebutkan dalam penelitian sebelumnya oleh Dewanti dan Komalasri, 2017, dimana disimpulkan adanya korelasi yang bermakna antara lamanya menderita diabetes dengan resiko jatuh pada pasien DMT2. Semakin lama durasi seseorang menderita DMT2 akan meningkatkan terjadinya berbagai macam komplikasi mikrovaskuler yang menyebabkan terjadinya penurunan sistem keseimbangan tubuh. Komplikasi diabetes seperti neuropati ekstremitas bawah, penglihatan yang buruk, maupun postural hipotensi juga meningkatkan resiko jatuh.

Tabel 2 Karakteristik Keseimbangan statik dan dinamik pada DMT2 durasi 5-10 tahun dan >10 tahun

Karakteristik responden	DMT2 5-10 tahun (n=121) Mean ± SD	DMT2 >10 tahun (n=121) Mean ± SD	p-value
Total mCTSIB (detik)	91.232 ± 13.828	82.484 ± 13.424	<0.001
Kondisi 1	28.567 ± 3.190	28.698 ± 3.475	0.071
Kondisi 2	26.163 ± 5.399	24.296 ± 6.519	0.016*
Kondisi 3	21.876 ± 6.430	18.055 ± 6.421	<0.001*
Kondisi 4	14.745 ± 4.046	11.779 ± 3.373	<0.001*
TUG (detik)	14.711 ± 2.516	14.565 ± 2.274	0.635

Kemampuan keseimbangan statik diukur dengan menggunakan mCTSIB yang terdiri dari 4 kondisi tes. Terdapat perbedaan kemampuan keseimbangan statik pada kondisi 2-4 dan total mCTSIB antara kedua kelompok. Penderita DMT2 >10 tahun memiliki kemampuan keseimbangan statik lebih rendah. Sedangkan mCTSIB kondisi 1 nampak antara kedua kelompok memiliki kemampuan yang hampir sama. Keseimbangan dinamik dievaluasi dengan

the Timed Up and Go test, dimana tabel 2 melaporkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada keseimbangan dinamik antara kedua kelompok.

Tabel 3 Distribusi responden berdasarkan kejadian komplikasi mikrovaskuler

Komplikasi mikrovaskuler		DMT2 5-10 tahun		DMT2 >10 tahun	
		n	%	n	%
DPN	Negatif	37	30.6	27	22.3
	Positif	84	69.4	94	77.7
Vestibulopati	Negatif	96	79.3	71	58.7
	Positif	25	20.7	50	41.3
Retinopati	Negatif	91	75.2	78	64.5
	Positif	30	24.8	43	35.5

Data pada Tabel 3 menunjukkan mayoritas penderita DMT2 pada kelompok 1 dan 2 memiliki jumlah responden dengan positif DPN. Tetapi angka kejadian DPN lebih tinggi pada kelompok DMT2 durasi >10 tahun. Sedangkan komplikasi vestibulopati dan retinopati meningkat persentasinya pada responden DMT2 dengan durasi >10 tahun.

Tabel 4 distribusi responden berdasarkan jumlah komplikasi

Jumlah komplikasi	DMT2 5-10 tahun (121)		DMT2 >10 tahun (121)	
	n	%	n	%
Tanpa komplikasi	20	16.5	8	6.6
1	78	64.5	57	47.1
2	12	9.9	41	33.9
3	11	9.1	15	12.4

Pada DMT2 durasi 5-10 tahun memiliki jumlah komplikasi mikrovaskuler 1 lebih banyak dari pada DMT2 durasi >10 tahun. Tetapi, jumlah komplikasi mikrovaskuler 2 dan 3 meningkat pada kelompok DMT2 >10 tahun.

1. Perbedaan kualitas hidup antara jumlah komplikasi mikrovaskuler pada kelompok DMT2 durasi 5-10 tahun

Tabel 5 Hasil Uji *Post Hoc Anova* perbedaan keseimbangan tubuh dan kualitas hidup berdasarkan jumlah komplikasi pada kelompok DMT2 durasi 5–10 tahun

Jumlah Komplikasi	Uji Anova	Jumlah Komplikasi	Mean	SE	p-value	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
QoL	<0.001*	2	7.051	2.932	0.053	-0.07	14.17
1		3	12.642	3.049	<0.001*	5.24	20.05
2		3	5.591	4.002	0.495	-4.13	15.31
TUG	0.224	2	1.294	0.766	0.282	-3.154	0.566
1		3	0.190	0.796	1.000	-1.743	2.125
2		3	1.485	1.045	0.475	-1.054	4.024
Total mCTSIB	0.181	2	-7.771	4.203	0.201	-17.98	2.437
1		3	.09111	4.370	1.000	-10.52	10.70
2		3	7.862	5.737	0.519	-6.071	21.79
Kondisi 1	0.205	2	1.662	0.970	0.478	-4.0197	.6954
1		3	-0.717	1.009	0.268	-3.1687	1.7335
2		3	0.944	1.324	1.000	-2.2731	4.1622
Kondisi 2	0.127	2	-3.353	1.636	0.128	-7.3279	.6206
1		2	-3.353	1.636	0.128	-7.3279	.6206

		3	-0.511	1.701	1.000	-4.643	3.620
2		3	2.841	2.233	0.617	-2.582	8.266
Kondisi 3	0.271						
1		2	-2.802	1.961	0.467	-7.566	1.961
		3	1.264	2.039	1.000	-3.688	6.217
2		3	4.066	2.677	0.394	-2.435	10.56
Kondisi 4	0.978						
1		2	0.195	1.247	1.000	-2.834	3.225
		3	0.205	1.297	1.000	-2.945	3.355
2		3	0.009	1.702	1.000	-4.126	4.144

Dengan menggunakan uji *Anova* menunjukkan bahwa ada perbedaan kualitas hidup yang signifikan antara kelompok berdasarkan jumlah komplikasi pada kelompok DM durasi 5-10 tahun ($p < 0.00$) (tabel 5). Uji *Post Hoc Anova* menunjukkan tidak ada perbedaan kualitas hidup yang signifikan pada pasien dengan jumlah komplikasi mikrovaskuler 1 dan 2 serta jumlah komplikasi mikrovaskuler 2 dan 3 pada kelompok DMT2 durasi 5-10 tahun ($p > 0.05$). Tetapi, terdapat perbedaan kualitas hidup yang signifikan antara pasien dengan jumlah komplikasi mikrovaskuler 1 dan 3 ($p = 0.001$).

2. Perbedaan keseimbangan tubuh dan kualitas hidup antara jumlah komplikasi mikrovaskuler pada kelompok DMT2 durasi >10 tahun

Tabel 6 Hasil Uji *Post Hoc Anova* keseimbangan tubuh dan kualitas hidup antara jumlah komplikasi mikrovaskuler pada kelompok DMT2 durasi >10 tahun

Dengan menggunakan uji *Anova* menunjukkan bahwa ada perbedaan kualitas hidup

Jumlah Komplikasi	Uji Anova	Jumlah Komplikasi	Mean	SE	p-value	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
QoL	<0.001*						
1		2	10.541	1.681	<0.001*	6.46	14.17
		3	12.318	2.414	<0.001*	6.46	20.05
2		3	1.777	2.543	1.000	-4.40	15.31
TUG	0.005						
1		2	-1.401	0.437	0.005	-2.462	-3.399
		3	-1.146	0.627	0.211	-2.670	.3782
2		3	0.255	0.661	1.000	-1.351	1.8611
Total mCTSIB	0.073						
1		2	4.620	2.640	0.248	-1.792	11.0343
		3	7.308	3.793	0.169	-1.903	16.5200
2		3	2.687	3.995	1.000	-7.016	12.3916
Kondisi 1	0.427						
1		2	-0.318	0.693	1.000	-2.003	1.3669
		3	1.053	0.996	0.878	-1.367	3.4739
2		3	1.371	1.049	0.582	-1.178	3.9216
Kondisi 2	0.592						
1		2	1.001	1.305	1.000	-2.169	4.1714
		3	1.617	1.874	1.000	-2.935	6.1712
2		3	0.616	1.975	1.000	-4.180	5.4136
Kondisi 3	0.358						
1		2	1.387	1.280	0.842	-1.722	4.4966
		3	2.215	1.838	0.692	-2.250	6.6809
2		3	0.827	1.937	1.000	-3.876	5.5324
Kondisi 4	0.004*						
1		2	1.993	0.647	0.008*	0.421	3.5652
		3	2.075	0.929	0.032*	-0.182	4.3336
2		3	0.082	0.979	1.000	-2.296	2.4612

yang signifikan antara kelompok berdasarkan jumlah komplikasi pada kelompok DMT2 durasi

>10 tahun ($p < 0.001$) (Tabel 6). Selain itu, tabel tersebut menjelaskan adanya perbedaan kualitas hidup yang signifikan antara pasien DM2 dengan jumlah komplikasi mikrovaskular 1 dengan 2 dan 3 ($p = < 0.001$) pada hasil uji *Post Hoc Anova*. Sedangkan kualitas hidup antara pasien DM2 dengan jumlah komplikasi 2 dan 3 tidak menunjukkan adanya perbedaan kualitas hidup yang signifikan ($p > 0.05$).

3. Pembahasan

Karakteristik Responden

Rata-rata umur pasien lebih dari 58 tahun pada pada kelompok DM durasi 5-10 tahun., dan rata-rata umur lebih dari 62 tahun pada kelompok DM durasi lebih dari 10 tahun. Peningkatan kehadiran diabetes seiring dengan bertambahnya usia, terutama pada usia >40 tahun karena pada usia tersebut mulai terjadi peningkatan intoleransi gula, berat badan bertambah, massa otot berkurang, kurang aktif, dan akibat proses menua atau degenerasi yang mengakibatkan penyusutan sel-sel β yang progresif (Kharroubi & Darwish, 2015). Pada penelitian ini dilaporkan bahwa responden dengan jenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki, yaitu 59,5% dari total seluruh responden. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Komalasari 202 yang menunjukkan bahwa penderita diabetes tipe 2 didapatkan lebih tinggi pada jenis kelamin perempuan lebih dari 50% (Dwi Rosella Komalasari, 2022). Penurunan konsentrasi hormon esterogen pada perempuan menopause menyebabkan peningkatan cadangan lemak tubuh yang akan meningkatkan pengeluaran asam lemak bebas (Thorand et al., 2007). Sehingga kedua kondisi tersebut menyebabkan resistensi insulin.

Status hipertensi pada kelompok responden durasi DM 5-10 tahun didapatkan hanya 48 responden (39,7%) yang menderita hipertensi, tetapi jumlah ini meningkat pada kelompok responden durasi DM lebih dari 10 tahun, yaitu sebanyak 65 responden (53,7%) menderita hipertensi. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, bahwa hipertensi merupakan faktor resiko utama untuk terjadinya DM. Pada pasien DM tipe 2, hiperglikemia sering dihubungkan dengan hiperinsulinemia, dislipidemia, dan hipertensi yang bersama-sama mengawali terjadinya penyakit kardiovaskuler dan stroke (Mouradian, Majumdar, Senthilselvan, Khan, & Shuaib, 2002; Sullivan, Ghushchyan, & Ben-Joseph, 2008). Pada DM tipe ini, kadar insulin yang rendah merupakan prediposisi dari hiperinsulinemia, dimana untuk selanjutnya akan mempengaruhi terjadinya hiperinsulinemia. Hiperinsulinemia dan durasi yang panjang dilaporkan sebagai faktor yang kuat berkembangnya hipertensi pada DM secara signifikan (He & King, 2004). Serta da beberapa faktor lain yang membuat hipertensi semakin berkembang, seperti merokok, umur, kurangnya aktivitas dan kadar trigliseride (Lin et al., 2010). Hipertensi dan hiperglikemia dikatakan sebagai faktor resiko berkembangnya retinopati lebih cepat ("Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38. UK Prospective Diabetes Study Group," 1998).

Kedua kelompok pada penelitian ini menunjukkan bahwa responden mayoritas didapatkan didapatkan dengan status menikah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Okta Mustipah, 2009, bahwa status pernikahan berhubungan dengan self-care pada pasien DM Tipe 2, disebutkan kecenderungan yang terjadi adalah pasien yang berstatus menikah cenderung memiliki selfcare yang lebih adekuat dibandingkan dengan pasien DM tipe 2 yang tidak menikah (Mustipah, 2019). Sedangkan riwayat jatuh juga dapat dilihat adanya peningkatan pada kelompok DM durasi lebih dari 10 tahun dariada kelompok DM durasi 5-10 tahun. Didapatkan hanya 21 responden (17,4%) yang pernah satu kali jatuh pada kelompok DM durasi 5-10 tahun, dan meningkat sebanyak 32 responden (26,4%) pada kelompok DM durasi lebih dari 10 tahun. Hal ini juga disebutkan dalam penelitian sebelumnya oleh M Dewanti dan KS Dwi Rosella, 2017, dimana disimpulkan adanya korelasi yang bermakna antara lamanya menderita diabetes dengan resiko jatuh pada pasien DM Tipe 2. Hal ini karena semakin lama durasi seseorang menderita DM juga meningkatkan terjadinya berbagai macam komplikasi mikrovaskuler dan mikrovaskuler yang data menyebabkan terjadinya penurunan sistem keseimbangan tubuh. Komplikasi diabetes seperti neuropati ekstremitas bawah, penglihatan yang buruk, maupun postural hipotensi juga meningkatka resiko jatuh (Dwi Rosella Komalasari, 2018).

Gula darah puasa pada responden kelompok DMT2 durasi 5-10 tahun memiliki rata-rata 147,2 mg/dL, tetapi meningkat pada responden kelompok DMT2 durasi lebih dari 10 tahun yaitu 149,7 mg/dL. Hal ini berbanding lurus dengan pendapat dari WHO, dimana setelah usia 30 tahun, kadar gula darah akan naik 1-2mg/dL/tahun pada saat puasa, dan akan naik 5.6-13 mg/dL pada 2 jam setelah makan (WHO, 1999). Komplikasi mikrovaskuler berupa DPN pada penelitian ini terlihat tinggi dibandingkan dengan komplikasi visual dan vestibular. Penelitian sebelumnya melaporkan hal yang sama, terjadi peningkatan komplikasi DPN yang signifikan pada pasien DMT2 (Purwanti & Novitasari, 2021). DPN dilaporkan sebagai komplikasi yang umum terjadi pasien DMT2 dan dapat berkembang menjadi ulkus diabetes yang akan mengganggu kualitas hidup pasien (Rosyid, Muhtadi, Hudiawati, Sugiyarti, & Rahman, 2022), terutama gangguan keseimbangan postural tubuh dan penurunan kekuatan otot (D. R. Komalasari, Vongsirinavarat, Hiengkaew, & Nualnim, 2022; Vongsirinavarat, Mathiyakom, Kraiwong, & Hiengkaew, 2020) Proses terjadinya neuropati adalah progresif. Kadar gula darah tinggi dalam waktu yang lama menyebabkan penimbunan sorbitol yang meningkatkan aktivitas jalur poliol dan berakibat pada perubahan jaringan saraf. Perubahan ini berdampak pada gangguan transduksi sinyal pada saraf yang menyebabkan penderita DM tipe II mengalami penurunan sensitivitas di kaki (D'Silva, Lin, Staecker, Whitney, & Kluding, 2016; Rosyid, 2017). Hal ini menyebabkan kurangnya kepekaan terhadap rangsangan nyeri, panas, trauma mekanis dan pasien tidak menyadari bahwa telah mengalami beberapa tipe trauma kaki yang menyebabkan terjadinya ulkus kaki (Dewanti, Dwi Rosella, & FIS, 2017).

Keseimbangan tubuh baik statik maupun dinamik nampak berbeda diantara kedua kelompok. Total mCTSIB pada kelompok DMT2 >110 tahun lebih rendah dari pada DMT2 5-

10 tahun. Tampak tidak ada perbedaan antara kedua kelompok pada tes mCTSIB kondisi 1. Kondisi 1 adalah tes standar di mana orang berdiri menggunakan ketiga sistem sensorik yang tersedia untuk menjaga keseimbangan, dan oleh goyangan postural terjadinya sangat kecil (Goble, Brar, Brown, Marks, & Baweja, 2019). Pada kondisi 2, berdiri di atas lantai / plate dengan mata tertutup, dimana terdapat eliminasi dari fungsi visual. Sehingga pada kondisi ini lebih banyak digunakan untuk mengetahui fungsi somatosensoris (Nashner, Black, & Wall, 1982). Tetapi pasien dengan gangguan vestibular juga akan merasa kesulitan saat mempertahankan keseimbangan tubuh pada posisi ini (Crane & Demer, 1997). Pada kondisi 3 responden berdiri di atas matras dengan mata terbuka, sehingga fungsi proprioseptif dieliminasi dan menggunakan fungsi visual dan vestibular untuk memberikan informasi ke otak tentang keseimbangan tubuh. Kondisi 4 mCTSIB berdiri di atas busa dan mata tertutup. Dalam hal ini, fungsi visual dan proprioseptif terganggu dan ketergantungan pada fungsi vestibular untuk menjaga keseimbangan. Penderita gangguan vestibular akan sulit menjaga keseimbangan pada kondisi ini karena bergantung pada input vestibular. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa berdiri di atas busa dan mata tertutup lebih menantang dibandingkan berdiri di lantai sehingga responden akan mudah goyah dan jatuh pada tabel 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok dalam hal kemampuan menjaga keseimbangan tubuh pada kondisi 2-4 (Goble et al., 2019). Semakin lama menderita DMT2 maka akan semakin terjadi gangguan mikrovaskuler yang merusak reseptor perifer, sehingga input informasi dari reseptor perifer semakin menurun dan kecenderungan untuk goyang dan jatuh lebih tinggi (Agrawal, Carey, Della Santina, Schubert, & Minor, 2010). Penurunan kemampuan menstabilkan tubuh untuk tidak goyang atau jatuh diperkirakan oleh karena kekuatan otot ekstremitas bawah yang menurun pada DMT2 dan rasa takut akan jatuh yang tinggi (Vongsirinavarat et al., 2020).

Tabel 3 menunjukkan terjadinya peningkatan persentase responden yang mempunyai komplikasi mikrovaskuler berupa vestibulopati pada DMT2 >10 tahun. Gangguan sistem vestibular pada pasien DMT2 masih menjadi perdebatan di kalangan para peneliti. Belum terdapat kejelasan penyebab terjadinya gangguan vestibular pada DMT2. Tetapi, hasil survey besar-besaran yang dilakukan di Amerika Serikat melaporkan bahwa pasien DMT2 dengan durasi 5 tahun dan lebih serta berumur 40 tahun lebih mempunyai gangguan vestibular 41 % dan terdapat 61% yang menderita DM 6-10 tahun dan >10 tahun (Agrawal et al., 2009). Kadar Haemoglobin A1c (HbA1c) serum yang lebih tinggi (>7,0%) meningkatkan kemungkinan disfungsi vestibular sebesar 60%. Prevalensi disfungsi vestibular lebih tinggi pada pasien dengan komplikasi lain terkait diabetes, seperti DPN (76% berbanding 49%) dan retinopati (71% berbanding 45%) (Agrawal et al., 2010). Pada sistem vestibular, saat terjadi hiperglikemia, di telinga bagian dalam terdapat organ labirin berfungsi untuk menjaga keseimbangan, mendeteksi perubahan posisi, dan gerakan kepala. Dia dalam aparatus vestibularis yang berfungsi sebagai sistem keseimbangan yang terdiri dari tiga buah canalis semisirkularis, dan organ otolit yaitu sacculus dan utricullus . Pada pasien diabetes mengalami produksi berlebihan extracellular matrix (ECM) pada sacculus dan

utricullus dan terjadi stres metabolik (D'Silva et al., 2016).

Kedua kelompok dalam penelitian ini mayoritas responden memiliki tingkat ketajaman penglihatan dalam kategori normal. Tetapi, dengan bertambahnya durasi DMT2 menunjukkan peningkatan jumlah penderita retinopati. Retinopati merupakan komplikasi yang biasa terjadi pada penderita DM. Retinopati diabetes salah satu bentuk komplikasi diabetes melitus, di mana kadar gula yang tinggi pada akhirnya mengakibatkan kerusakan pada pembuluh darah retina mata, terutama di jaringan-jaringan yang sensitif terhadap cahaya. Pada penelitian sebelumnya melaporkan pasien DMT2 mempunyai resiko retinopati sekitar 40 % (Kempen et al., 2004). Kerusakan pada endotel lapisan sel di retina menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah, sehingga terjadi kerusakan bagian dalam penghalang darah-retina, dan akumulasi cairan ekstraseluler di makula yang berkembang menjadi kerusakan di pembuluh darah mata (Antcliff & Marshall, 1999). Sehingga sekitar mata berusaha untuk mempertahankan tonus kapiler, menyebabkan perubahan hemodinamik retina dan autoregulasi darah retina yang abnormal, yang menyebabkan perkembangan mikroaneurisma (Speiser, Gittelsohn, & Patz, 1968). Penebalan membran basal kapiler dan leukostasis retina menyebabkan oklusi kapiler dan nonperfusi pada mikrosirkulasi retina (Miyamoto & Ogura, 1999). Perubahan ini merangsang neovaskular patologis, yang mengakibatkan retinopati diabetik proliferasi dan pada akhirnya menyebabkan ablasi retina dan kebutaan (Miller, Adamis, & Aiello, 1997).

Gangguan mikrovaskuler oleh karena DMT2 pada fungsi reseptor sensorik seperti disfungsi vestibular, gangguan fungsi penglihatan, serta gangguan somatosensori termasuk neuropati perifer diabetik (DPN) akan mengakibatkan kemampuan tubuh dalam berfungsi menjaga keseimbangan tubuh menurun. Karena sistem sensorik ini mempunyai peran penting dalam menentukan posisi tubuh selama keseimbangan dan kontrol postural (Horak, 2006). Disfungsi vestibular menyebabkan informasi tentang gerakan kepala saat bergerak menjadi menurun dan fungsi vestibulo okular reflex menurun. Sehingga, resiko tubuh goyang dan jatuh menjadi besar (Rinkel et al., 2019).

Gangguan penglihatan, mengubah informasi lingkungan sekitar. DPN menyebabkan hilangnya sensasi sentuhan dan getaran, serta mengurangi masukan proprioseptif yang menyebabkan kesulitan ambulasi. Gangguan fungsi sensorik ini mengakibatkan kontrol keseimbangan yang buruk, dan peningkatan risiko jatuh pada lansia penderita DM, dibandingkan dengan lansia tanpa DM (Kraiwong et al., 2019). Dalam penelitian sebelumnya, disebutkan adanya hubungan yang signifikan antara lamanya menderita diabetes mellitus dengan terjadinya DPN, bahwa semakin lama durasi diabetes maka resiko terjadinya DPN meningkat sebanyak 25%. Hal ini dikarenakan semakin lama seseorang menderita DM meningkatkan terjadinya berbagai macam komplikasi baik mikrovaskuler maupun makrovaskuler (Dwi Rosella Komalasari, 2018). DPN merupakan komplikasi umum pada DMT2, komplikasi sensorik multipel gangguan termasuk VD dapat terjadi pada orang dewasa yang lebih tua dengan kondisi positif DPN (Deshpande, Hewston, & Aldred, 2017).

Kolaborasi tiga sistem sensorik dalam keseimbangan mutlak diperlukan saat melakukan aktivitas secara dinamis. Informasi dari sistem tersebut sangatlah penting menentukan posisi tubuh selama keseimbangan dan kontrol postur. Adanya gangguan sensorik dilaporkan memiliki efek langsung terhadap kinerja keseimbangan pada orang dewasa berusia 40 hingga 85 tahun. Orang dengan gangguan sensorik tunggal atau ganda memiliki perbedaan tingkat kesulitan yang berhubungan dengan keseimbangan dan resiko jatuh (Wilson, Garner, & Loprinzi, 2016). Gangguan sensorik termasuk penglihatan, neuropati vestibular dan perifer sudah umum terjadi pada pasien DMT2 (581). Tetapi, 52% pasien diindikasikan memiliki setidaknya dua gangguan sensorik dan mereka tidak menyadari adanya disfungsi sensorik tersebut atau penurunan keseimbangan (Deshpande et al., 2017).

Penderita diabetes dilaporkan mengalami penurunan yang signifikan dalam keterbatasan beraktivitas sekitar 53,4% dibandingkan manusia tanpa diabetes (17,2%) (Wong et al., 2013). Gangguan keseimbangan merupakan hal yang penting dalam hal melakukan aktivitas baik di lingkungan keluarga maupun sosial. Sebuah penelitian melaporkan bahwa pasien DM menunjukkan hasil yang TUG dan fungsi kognitif yang rendah khususnya pada fungsi eksekutif (Alvarenga, Pereira, & Anjos, 2010). Sehingga pasien tersebut mengalami penurunan efisiensi psikomotorik yang signifikan terutama fungsi keseimbangan postural, menyebabkan gaya berjalan lebih lambat dan tidak stabil (Deshpande et al., 2017). Di sisi lain, penelitian melaporkan bahwa kecepatan berjalan merupakan faktor penting dalam keberhasilan aktivitas (Warren, Ganley, & Pohl, 2016), dan kecepatan berjalan merupakan faktor yang berkorelasi secara signifikan dengan keseimbangan dan fungsi kognitif (Hagovská & Olekszyová, 2016).

Selanjutnya keseimbangan statik juga merupakan faktor penting yang menentukan aktivitas. Kondisi DM mempercepat proses degeneratif dan penurunan fungsi tubuh untuk menjaga keseimbangan (Corriveau et al., 2000). Keseimbangan statik dibutuhkan saat akan memulai suatu gerakan dinamis atau bergerak dan saat pergantian langkah. Jika terjadi penurunan kemampuan dalam menyeimbangkan tubuh posisi statik, maka resiko jatuh menjadi tinggi atau ketakutan akan jatuh menjadi tinggi. Hal ini sangat berbahaya karena menghambat mobilisasi pasien dan dapat berkembang menjadi gangguan psikologi atau depresi (Gore et al., 2005; Staab & Ruckenstein, 2003).

Berdasarkan hasil uji analisis dengan menggunakan uji Anova menunjukkan bahwa ada perbedaan kualitas hidup yang signifikan antara kelompok berdasarkan jumlah komplikasi pada kelompok DM durasi lebih dari 10 tahun. Pada Tabel 5 menunjukkan tidak ada perbedaan kualitas hidup yang signifikan antara pasien dengan jumlah komplikasi mikrovaskular 1 dan 2 serta 2 dengan 3. Sedangkan kualitas hidup antara pasien dengan jumlah komplikasi 1 dengan 3 menunjukkan adanya perbedaan kualitas hidup yang signifikan. Sedangkan pada kelompok DMT2 durasi >10 tahun melaporkan terdapat perbedaan kualitas hidup antara penderita DMT2 dengan jumlah komplikasi mikrovaskular 1, 2 dan 3. Tetapi, tidak ada perbedaan kualitas hidup antara jumlah mikrovaskular 2 dengan

3. Dalam penelitian systematic review and meta-analysis yang dilakukan oleh Jing, et.al, 2018, bahwa pasien diabetes tipe 2 tanpa komplikasi, pasien dengan komplikasi memiliki kualitas hidup yang lebih buruk (Jing et al., 2018). Lima penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pasien dengan komplikasi memiliki kualitas hidup yang lebih buruk daripada pasien tanpa komplikasi. Terutama, gradien yang signifikan dilaporkan untuk jumlah komplikasi dan kualitas hidup dalam satu penelitian. Meskipun ada juga pendapat yang berbeda, satu penelitian menunjukkan bahwa komplikasi mikrovaskular tidak memiliki hubungan dengan kualitas hidup, dan satu penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara kualitas hidup dan komplikasi ginjal dan ulkus kaki tidak signifikan. Memiliki durasi lebih dari 10 tahun adalah prediktor status kesehatan fisik yang lebih buruk daripada mereka yang durasinya kurang dari 10 tahun (pengumpulan OR = 1,865, 95% CI: 1,088–3,197). Dalam empat studi sebelumnya melaporkan hubungan antara kualitas hidup dan komplikasi mikrovaskuler yang tidak signifikan secara statistik. Sementara dua penelitian menunjukkan bahwa durasi yang lama, terutama durasi lebih dari 10 tahun mempunyai hubungan yang kuat dengan kualitas hidup pasien diabetes tipe 2 yang lebih buruk (Jing et al., 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi bukti ilmiah Pilates dalam menurunkan berat badan dan komposisi tubuh orang dewasa dengan obesitas. Analisis menggabungkan 6 studi yang melibatkan total 236 wanita dengan kelebihan berat badan atau obesitas. Hasil keseluruhan mengungkapkan bahwa Pilates menyebabkan penurunan berat badan, dan BMI yang signifikan pada orang dewasa dengan kelebihan berat badan atau obesitas. Pengurangan berat badan tampaknya lebih jelas dalam penelitian yang melibatkan peserta dengan obesitas saja, dan kemanjuran Pilates untuk peningkatan berat badan dan BMI tampak lebih jelas dalam durasi intervensi yang lebih lama. Temuan ini bisa memiliki implikasi yang signifikan untuk promosi intervensi olahraga untuk manajemen kelebihan berat badan dan obesitas.

Pilates exercises merupakan bentuk olah tubuh yang dilakukan dengan cara mengkombinasikan latihan kelenturan dan kekuatan tubuh serta pernapasan dan relaksasi Khajehlandi and Mohammadi (2021). Pola dasar gerakan menitik beratkan pada gerakan-gerakan otot perut [19]. Gerakan *Pilates exercise* memuat unsur gerakan isometrik dengan melawan gravitasi dengan pusat pada core sebagai bidang tumpu, gerakan *Pilates* dilakukan dengan menahan posisi dalam beberapa menit, hal ini akan menyebabkan terjadinya kontraksi otot dalam beberapa waktu dan menghasilkan pembakaran terhadap lemak didalam jaringan otot yang bekerja [20]. Gerakan yang dilakukan saat *Pilates exercise*, terletak kepada ekstremitas atas dan ekstremitas bawah, sehingga akan menyebabkan terjadinya keseimbangan proses metabolisme lokal yang menyeluruh pada seluruh tubuh [21].

Kami juga menemukan bahwa Pilates tidak memiliki efek luar biasa pada WC dan massa tubuh tanpa lemak. Namun, mengingat kualitas keseluruhan bukti yang rendah hingga sedang, kami masih belum dapat menarik kesimpulan yang pasti.

Ulasan ini memiliki beberapa potensi keterbatasan. Pertama, ukuran efek keseluruhan dapat dipengaruhi oleh ketidakmampuan untuk menggunakan blinding. Kedua, bias publikasi mungkin menjadi faktor, karena ulasan ini hanya mengambil artikel yang relevan dalam bahasa

Inggris dalam jumlah terbatas dari database. Ketiga, mengingat ukuran sampel keseluruhan yang kecil, beberapa kesimpulan harus dipertimbangkan sebagai awal dan bahkan mungkin bias. Keempat, ada heterogenitas sedang hingga tinggi diantara studi, sementara beberapa analisis subkelompok dapat menjelaskan heterogenitas sampai batas tertentu. Namun, heterogenitas yang cukup besar masih belum jelas. Ini mungkin sebagian karena perbedaan peserta (misalnya, usia, jenis kelamin, ras, gaya hidup), intervensi Pilates (misalnya, modalitas latihan, durasi, dosis, intensitas), dan metode pengukuran hasil. Selain itu, masih belum jelas apakah Pilates lebih efektif daripada latihan lain untuk meningkatkan berat badan dan komposisi tubuh karena studi yang disertakan tidak melibatkan intervensi latihan lainnya.

4. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa keterbatasan, diantaranya dalam menskrining gejala mikrovaskular menggunakan beberapa clinical tests, dan tidak menggunakan gold standard test seperti *nerve conduction test* untuk mendiagnosa DPN, *video nystagmography* untuk mendiagnosa vestibulopati dan *a comprehensive dilated eye exam* untuk mendiagnosa retinopati. Tetapi secara keseluruhan dapat menunjukkan durasi mempengaruhi gangguan mikrovaskuler pada sistem sensorik, serta dapat menunjukkan penurunan ketidakmampuan penderita DMT2 dalam keseimbangan tubuh dan kualitas hidup. Tetapi, kemampuan mempertahankan keseimbangan tidak dapat dikatakan tergantung dari gangguan mikrovaskuler. Karena keseimbangan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti fungsi kognitif, psikologi dan rasa percaya diri akan keseimbangan. Hal ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

5. Kesimpulan

Durasi DM lebih dari 10 tahun memberikan komplikasi mikrovaskular secara signifikan terhadap pasien. Terjadi penurunan keseimbangan tubuh dan kualitas hidup pada pasien DMT2 baik durasi 5-10 tahun maupun lebih dari 10 tahun. Pasien DMT2 dengan >10 tahun mengalami penurunan kemampuan keseimbangan statik terutama saat berdiri di atas matras dan mata tertutup, baik dengan jumlah komplikasi 1 dengan 2 dan 1 dengan 3. Terdapat perbedaan kualitas hidup pada pasien DMT2 durasi 5-10 tahun dengan jumlah komplikasi mikrovaskular 2 dengan 3. Sedangkan pasien DM durasi lebih dari 10 tahun menunjukkan perbedaan kualitas hidup yang signifikan baik dengan jumlah komplikasi 1, 2 maupun 3.

Referensi

- Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2009). Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med*, 169(10), 938-944. doi:10.1001/archinternmed.2009.66
- Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2010). Diabetes, vestibular dysfunction, and falls: analyses from the National Health and Nutrition Examination Survey. *Otol Neurotol*, 31(9), 1445-1450. doi:10.1097/MAO.0b013e3181f2f035
- Agrawal, Y., Ward, B. K., & Minor, L. B. (2013). Vestibular dysfunction: prevalence, impact and need for targeted treatment. *J Vestib Res*, 23(3), 113-117. doi:10.3233/ves-130498

- Alberti, K. G., & Zimmet, P. Z. (1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*, *15*(7), 539-553. doi:10.1002/(sici)1096-9136(199807)15:7<539::Aid-dia668>3.0.Co;2-s
- Alvarenga, P. P., Pereira, D. S., & Anjos, D. M. (2010). Functional mobility and executive function in elderly diabetics and non-diabetics. *Rev Bras Fisioter*, *14*(6), 491-496.
- Antcliff, R. J., & Marshall, J. (1999). The pathogenesis of edema in diabetic maculopathy. *Semin Ophthalmol*, *14*(4), 223-232. doi:10.153/soph01400197
- Boyd, S. R., Advani, A., Altomare, F., & Stockl, F. (2013). Retinopathy. *Can J Diabetes*, *37 Suppl 1*, S137-141. doi:10.1016/j.jcjd.2013.01.038
- Colenbrander, A. (2010). Assessment of functional vision and its rehabilitation. *Acta Ophthalmol*, *88*(2), 163-173. doi:10.1111/j.1755-3768.2009.01670.x
- Corriveau, H., Prince, F., Hebert, R., Raiche, M., Tessier, D., Maheux, P., & Ardilouze, J. L. (2000). Evaluation of postural stability in elderly with diabetic neuropathy. *Diabetes Care*, *23*(8), 1187-1191.
- Crane, B. T., & Demer, J. L. (1997). Human gaze stabilization during natural activities: translation, rotation, magnification, and target distance effects. *J Neurophysiol*, *78*(4), 2129-2144. doi:10.1152/jn.1997.78.4.2129
- D'Silva, L. J., Lin, J., Staecker, H., Whitney, S. L., & Kluding, P. M. (2016). Impact of Diabetic Complications on Balance and Falls: Contribution of the Vestibular System. *Phys Ther*, *96*(3), 400-409. doi:10.2522/ptj.20140604
- Deshpande, N., Hewston, P., & Aldred, A. (2017). Sensory Functions, Balance, and Mobility in Older Adults With Type 2 Diabetes Without Overt Diabetic Peripheral Neuropathy: A Brief Report. *J Appl Gerontol*, *36*(8), 1032-1044. doi:10.1177/0733464815602341
- Dewanti, M., Dwi Rosella, K., & FIS, S. (2017). *Hubungan Lamanya Menderita Diabetes Dengan Risiko Jatuh Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Di Grha Diabetika Surakarta*. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- Goble, D. J., Brar, H., Brown, E. C., Marks, C. R., & Baweja, H. S. (2019). Normative data for the Balance Tracking System modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance protocol. *Med Devices (Auckl)*, *12*, 183-191. doi:10.2147/mdir.S206530
- Gore, M., Brandenburg, N. A., Dukes, E., Hoffman, D. L., Tai, K. S., & Stacey, B. (2005). Pain severity in diabetic peripheral neuropathy is associated with patient functioning, symptom levels of anxiety and depression, and sleep. *J Pain Symptom Manage*, *30*(4), 374-385. doi:10.1016/j.jpainsymman.2005.04.009
- Hagovská, M., & Olekszyová, Z. (2016). Relationships between balance control and cognitive functions, gait speed, and activities of daily living. *Z Gerontol Geriatr*, *49*(5), 379-385. doi:10.1007/s00391-015-0955-3
- He, Z., & King, G. L. (2004). Microvascular complications of diabetes. *Endocrinol Metab Clin North Am*, *33*(1), 215-238, xi-xii. doi:10.1016/j.ecl.2003.12.003
- Herman, W. H., Pop-Busui, R., Braffett, B. H., Martin, C. L., Cleary, P. A., Albers, J. W., & Feldman, E. L. (2012). Use of the Michigan Neuropathy Screening Instrument as a measure of distal symmetrical peripheral neuropathy in Type 1 diabetes: results from the Diabetes Control and Complications

- Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications. *Diabet Med*, 29(7), 937-944. doi:10.1111/j.1464-5491.2012.03644.x
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*, 35 Suppl 2, ii7-ii11. doi:10.1093/ageing/af1077
- Jing, X., Chen, J., Dong, Y., Han, D., Zhao, H., Wang, X., . . . Ma, J. (2018). Related factors of quality of life of type 2 diabetes patients: a systematic review and meta-analysis. *Health Qual Life Outcomes*, 16(1), 189. doi:10.1186/s12955-018-1021-9
- Kempen, J. H., O'Colmain, B. J., Leske, M. C., Haffner, S. M., Klein, R., Moss, S. E., . . . Hamman, R. F. (2004). The prevalence of diabetic retinopathy among adults in the United States. *Arch Ophthalmol*, 122(4), 552-563. doi:10.1001/archophth.122.4.552
- Kharroubi, A. T., & Darwish, H. M. J. W. j. o. d. (2015). Diabetes mellitus: The epidemic of the century. 6(6), 850.
- Komalasari, D. R. (2018). Hubungan lamanya menderita diabetes mellitus dengan kejadian diabetic peripheral neuropathy (dpn) dan resiko jatuh pada pasien diabetes mellitus tipe 2. *Jurnal Ilmiah Fisioterap*, 1(2), 1-11.
- Komalasari, D. R. (2022). *The Balance Performance, Falls-Efficacy, Social Participation in Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus with and without Vestibular Dysfunction*. (Doctoral of Philosophy), mahidol University, Mahidol
- Komalasari, D. R., Vongsirinavarat, M., Hiengkaew, V., & Nualnim, N. (2022). The Adaptation of Participation Scale Short Simplified Questionnaire into Indonesian Language and the Psychometric Properties in Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus with Vestibular Dysfunction. *Rehabil Res Pract*, 2022, 2565833. doi:10.1155/2022/2565833
- Kraiwong, R., Vongsirinavarat, M., Hiengkaew, V., & von Heideken Wagert, P. (2019). Effect of Sensory Impairment on Balance Performance and Lower Limb Muscle Strength in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Ann Rehabil Med*, 43(4), 497-508. doi:10.5535/arm.2019.43.4.497
- Lanska, D. J. (2002). The Romberg sign and early instruments for measuring postural sway. *Semin Neurol*, 22(4), 409-418. doi:10.1055/s-2002-36763
- Lee, N., Kang, T., & Park, H. (2020). Relationship Between Balance, Gait, and Activities of Daily Living in Older Adults With Dementia. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, 11, 215145932092957. doi:10.1177/2151459320929578
- Lin, E. H., Rutter, C. M., Katon, W., Heckbert, S. R., Ciechanowski, P., Oliver, M. M., . . . Von Korff, M. (2010). Depression and advanced complications of diabetes: a prospective cohort study. *Diabetes Care*, 33(2), 264-269. doi:10.2337/dc09-1068
- Miller, J. W., Adamis, A. P., & Aiello, L. P. (1997). Vascular endothelial growth factor in ocular neovascularization and proliferative diabetic retinopathy. *Diabetes Metab Rev*, 13(1), 37-50. doi:10.1002/(sici)1099-0895(199703)13:1<37::aid-dmr174>3.0.co;2-k
- Miyamoto, K., & Ogura, Y. (1999). Pathogenetic potential of leukocytes in diabetic retinopathy. *Semin Ophthalmol*, 14(4), 233-239. doi:10.3109/08820539909069542
- Mold, J. W., Vesely, S. K., Keyl, B. A., Schenk, J. B., & Roberts, M. (2004). The prevalence, predictors, and consequences of peripheral sensory

- neuropathy in older patients. *J Am Board Fam Pract*, 17(5), 309-318. doi:10.3122/jabfm.17.5.309
- Mouradian, M. S., Majumdar, S. R., Senthilselvan, A., Khan, K., & Shuaib, A. J. S. (2002). How well are hypertension, hyperlipidemia, diabetes, and smoking managed after a stroke or transient ischemic attack? , 33(6), 1656-1659.
- Mustipah, O. (2019). *Analisis Faktor-Faktor Intrinsik yang Mempengaruhi Self Care Pada Pasien DM Tipe 2 di Puskesmas Depok III Sleman Yogyakarta*. Universitas' Aisyiyah Yogyakarta,
- Nashner, L. M., Black, F. O., & Wall, C., 3rd. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J Neurosci*, 2(5), 536-544. doi:10.1523/jneurosci.02-05-00536.1982
- Oktavianus Ch, S., Novia I, S., Rina K, K., & Adi, H. (2007). Validity and reliability of World Health Organization Quality of Life – BREF to assess the quality of life in the elderly. *UNIVERSA MEDICINA*, 26(1).
- P2PTM. (2020). Infodatin-2020-Diabetes Mellitus *Tetap Produkti, Cegah dan Atasi Diabetes Mellitus*. Retrieved from <https://pusdatin.kemkes.go.id> website:
- Purwanti, O. S., & Novitasari, E. (2021). The correlation of knowledge of prevention with neuropathy treatment in diabetes mellitus patients in Sukoharjo regency. *Bali Medical Journal*, 10(3), 1342-1346.
- Rinkel, W. D., van Nieuwkastele, S., Castro Cabezas, M., van Neck, J. W., Birnie, E., & Coert, J. H. (2019). Balance, risk of falls, risk factors and fall-related costs in individuals with diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*, 158, 107930. doi:10.1016/j.diabres.2019.107930
- Román-Pintos, L. M., Villegas-Rivera, G., Rodríguez-Carrizalez, A. D., Miranda-Díaz, A. G., & Cardona-Muñoz, E. G. (2016). Diabetic Polyneuropathy in Type 2 Diabetes Mellitus: Inflammation, Oxidative Stress, and Mitochondrial Function. *Journal of diabetes research*, 2016, 3425617. doi:10.1155/2016/3425617
- Rosyid, F. N. (2017). Etiology, pathophysiology, diagnosis and management of diabetics' foot ulcer. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 5(10), 4206-4213.
- Rosyid, F. N., Muhtadi, M., Hudiawati, D., Sugiyarti, S., & Rahman, A. F. (2022). Improving Diabetic Foot Ulcer Healing with Adjuvant Bitter Melon Leaf Extract (*Momordica charantia* L.). *Open Access Maced J Med Sci*, 10(T8), 122-126. doi:10.3889/oamjms.2022.9503
- Silva, E. F. F., Ferreira, C. M. M., & Pinho, L. (2017). Risk factors and complications in type 2 diabetes outpatients. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 63(7), 621-627. doi:10.1590/1806-9282.63.07.621
- Speiser, P., Gittelsohn, A. M., & Patz, A. (1968). Studies on diabetic retinopathy. 3. Influence of diabetes on intramural pericytes. *Arch Ophthalmol*, 80(3), 332-337. doi:10.1001/archophth.1968.00980050334007
- Staab, J. P., & Ruckenstein, M. J. (2003). Which comes first? Psychogenic dizziness versus otogenic anxiety. *Laryngoscope*, 113(10), 1714-1718. doi:10.1097/00005537-200310000-00010
- Sullivan, P. W., Ghushchyan, V. H., & Ben-Joseph, R. J. Q. o. L. R. (2008). The impact of obesity on diabetes, hyperlipidemia and hypertension in the United States. 17, 1063-1071.

- Thorand, B., Baumert, J., Kolb, H., Meisinger, C., Chambless, L., Koenig, W., & Herder, C. J. D. c. (2007). Sex differences in the prediction of type 2 diabetes by inflammatory markers: results from the MONICA/KORA Augsburg case-cohort study, 1984–2002. *30*(4), 854-860.
- Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38. UK Prospective Diabetes Study Group. (1998). *Bmj*, *317*(7160), 703-713.
- Timar, B., Timar, R., Gaita, L., Oancea, C., Levai, C., & Lungeanu, D. (2016). The Impact of Diabetic Neuropathy on Balance and on the Risk of Falls in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. *PLoS One*, *11*(4), e0154654. doi:10.1371/journal.pone.0154654
- Vongsirinavarat, M., Mathiyakom, W., Kraiwong, R., & Hiengkaew, V. (2020). Fear of Falling, Lower Extremity Strength, and Physical and Balance Performance in Older Adults with Diabetes Mellitus. *Journal of diabetes research*, *2020*, 8573817. doi:10.1155/2020/8573817
- Warren, M., Ganley, K. J., & Pohl, P. S. (2016). The association between social participation and lower extremity muscle strength, balance, and gait speed in US adults. *Prev Med Rep*, *4*, 142-147. doi:10.1016/j.pmedr.2016.06.005
- WHO. (1999). Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its Complications. *Part 1: Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*.



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