

Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Aktivitas Fisik Dengan Kekuatan Otot Genggam Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar

Dewa Ayu Sri Agung Suandewi¹, Susy Purnawati², Made Ratna Saraswati³

ABSTRAK

Gangguan sistem muskuloskeletal adalah salah satu komplikasi kronis dari Diabetes Melitus tipe 2 (DMT2) yang membuat pasien mengalami disabilitas dalam kehidupannya sehari-hari. Fungsi sistem muskuloskeletal diukur dengan mengetahui kekuatan otot genggam menggunakan *handgrip dynamometer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan IMT dan aktivitas fisik dengan kekuatan otot genggam pada pasien DMT2 di RSUP Sanglah, Denpasar. Penelitian ini menggunakan metode potong lintang analitik, di Poliklinik *Diabetes Centre* Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah, pada bulan Maret sampai September 2016. Sebanyak 61 sampel diambil secara *consecutive sampling* berusia antara 43-78 tahun. Sebanyak 36 orang sampel (59,0%) memiliki kekuatan otot genggam kurang, 25 orang sampel (41,0%) memiliki kekuatan otot genggam sedang, dan tidak ada sampel memiliki kekuatan otot genggam tinggi. Rerata kekuatan otot genggam adalah 21,26 kg (rentang: 13,00 kg-33,00 kg). Hasil uji korelasi antara IMT dengan kekuatan otot tidak berhubungan ($r = -0,236$, $p = 0,067$). Terdapat hubungan positif lemah yang signifikan antara aktivitas fisik dengan kekuatan otot ($r = 0,340$, $p = 0,007$). Tidak terdapat hubungan antara IMT dan kekuatan otot pada pasien DMT2 dan terdapat hubungan positif yang bermakna antara variabel aktivitas fisik dengan tingkat kekuatan otot genggam.

Kata Kunci : Diabetes Melitus tipe 2, kekuatan otot genggam, indeks massa tubuh, aktifitas fisik

ABSTRACT

Musculoskeletal disorder is one of the chronic complications of type 2 Diabetes Mellitus (T2DM), which make the patient suffered from disabilities in their daily life. The musculoskeletal system function can be measured by knowing hand grip muscle strength using handgrip dynamometer. The aim of this study was describe the relationship of BMI, and physical activity with the handgrip muscle strength in T2DM patients in Sanglah Hospital, Denpasar. A cross sectional analytic study conducted in Diabetes Centre Sanglah Hospital, between March and September 2016. Sixty one samples aged between 43-78 years old were collected using consecutive sampling. 36 samples (59.0%) had low handgrip muscle strength, 25 samples (41.0%) had moderate handgrip muscle strength, and no sample have strong handgrip muscle strength. Mean of muscle strength was 21.26 kgs (range between 13.00 kgs-33.0 kgs). There was no correlation found between BMI and handgrip muscle strength ($r = -0.236$, $p = 0.067$). There was a significant weak positive correlation between physical activity and handgrip muscle strength ($r = 0.340$, $p = 0.007$). There was no correlation found between BMI and muscle strength and there was a significant positive correlation between physical activity and the handgrip muscle strength.

Keyword : Type 2 Diabetes Mellitus, handgrip muscle strength, body mass index, physical activity

PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) merupakan masalah kesehatan di seluruh dunia. Pada tahun 2014 prevalensi global DM diperkirakan mencapai 9% pada orang dewasa diatas umur 18 tahun. Pada tahun 2012 diperkirakan sebanyak 1,5 juta kematian langsung yang diakibatkan oleh DM. *World Health Organization* (WHO) memproyeksikan DM akan menjadi penyebab kematian nomor 7 di dunia pada tahun 2030.¹

Prevalensi DM di Indonesia menurut WHO pada tahun 2000 adalah sebanyak 8.426.000 orang

yang akan meningkat menjadi 21.257.000 orang sesuai proyeksi pada tahun 2030. Menurut Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) prevalensi DM Provinsi Bali adalah sebanyak 1,3% dari populasi total. Sebanyak 85%-90% individu dari total populasi DM mengalami Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2).²

DMT2 disebabkan oleh adanya resistensi insulin yang kemudian berkembang menjadi defek sekresi insulin.³ DMT2 merupakan penyakit kronis dengan berbagai komplikasi yang dapat berupa komplikasi akut (diabetes ketoasidosis (DKA),

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Udayana

²Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Udayana

³Bagian Penyakit Dalam, FK Unud/RSUP Sanglah, Denpasar
Email : suandewisri@gmail.com

Diterima : 17 November 2017

Disetujui : 29 November 2017

Diterbitkan : 2 Desember 2017

hipoglikemi, status hiperglikemi hiperosmolar, dan asidosis laktat) dan komplikasi kronis (makrovaskular dan mikrovaskular).^{2,4} Durasi DMT2 yang lama akan menyebabkan berbagai komplikasi kronis antara lain adalah neuropati dan gangguan sistem muskuloskeletal. Pasien dengan komplikasi tersebut akan mengalami disabilitas dalam kehidupannya sehari-hari.⁵ Fungsi dari sistem muskuloskeletal dapat diukur dengan mengetahui kekuatan otot seseorang.⁶

Kekuatan otot rangka yang optimal sangat penting untuk fungsi fisik, dan rendahnya kekuatan otot merupakan prediktor untuk pembatasan aktifitas fisik.⁷ Orang tua dengan DMT2 memiliki kecenderungan untuk mengalami penurunan kualitas otot.⁸ Kualitas otot didefinisikan sebagai kekuatan otot per unit regional massa otot, secara signifikan lebih rendah pada pria dan wanita dengan DMT2 dibandingkan mereka yang tanpa DMT2 pada ekstremitas atas dan bawah.⁹ Pada DMT2 juga dijumpai penurunan kekuatan otot, kualitas, dan massa otot yang pesat pada tungkai bawah.¹⁰ Durasi DMT2 yang lama (≥ 6 tahun) dan kontrol glikemik yang buruk ($HbA1c > 8,0\%$) juga dikaitkan dengan kualitas otot yang buruk.^{5,11} Kekuatan otot juga dapat dipengaruhi oleh tingkat aktivitas fisik dan status nutrisi. Status nutrisi dapat diukur menggunakan antropometri tubuh seseorang.¹²⁻¹⁴

Pengukuran antropometri yang umumnya dilakukan terkait kekuatan otot adalah pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT juga merupakan salah satu faktor risiko pada pasien DMT2.⁵

Kekuatan otot dapat diketahui dengan melakukan pengukuran terhadap kekuatan otot genggam menggunakan *handgrip dynamometer*.¹⁵ Hubungan antar kekuatan otot genggam dan IMT masih belum jelas.¹⁶ Terdapat perbedaan pada kepustakaan yang membahas hubungan antara IMT dengan kekuatan otot genggam. Banyak peneliti yang mengatakan terdapat hubungan positif antara IMT dengan kekuatan otot genggam pada semua jenis kelamin dan umur, sebagian mengatakan terdapat hubungan negatif, sebagian mengatakan tidak adanya hubungan antara IMT dengan kekuatan otot genggam.^{13,16}

Belum terdapat data mengenai hubungan IMT, dan aktivitas fisik dengan kekuatan otot genggam pada pasien DMT2 di Bali sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian analitik mengenai hubungan IMT, aktivitas fisik, dan durasi dengan kekuatan otot terhadap pasien DMT2 di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Sanglah. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi studi pendahuluan terkait hubungan IMT, aktivitas fisik, dan durasi dengan status kekuatan otot pada

pasien DMT2, sehingga dapat dianalisis faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kekuatan otot pada pasien DMT2 dan dilakukan pencegahan terhadap faktor-faktor yang dapat menyebabkan disabilitas fisik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian potong lintang analitik, dilaksanakan di Poliklinik *Diabetes Centre* di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah, pada bulan Maret sampai September 2016. Kriteria inklusi adalah subjek lelaki maupun perempuan, pada usia ≥ 40 tahun yang terdiagnosa DMT2 oleh dokter spesialis penyakit dalam, sesuai dengan kriteria diagnosis dari konsensus PERKENI 2015, kinan, tidak memiliki riwayat stroke ataupun amputasi pada alat gerak atas, dan tidak memiliki riwayat jatuh diantara umur 39-65 tahun. Teknik pengambilan sampel menggunakan *consecutive sampling* dengan total jumlah sampel yang memenuhi kriteria sebanyak 61 sampel. Data IMT dan kekuatan otot genggam didapatkan melalui pengukuran langsung menggunakan *handgrip dynamometer*. Karakteristik pasien didapatkan melalui rekam medis.

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan dilakukan uji bivariat dengan perangkat lunak pengolah statistik berupa uji korelasi untuk menentukan hubungan antar variabel.

HASIL

Sebagian besar pasien DMT2 di RSUP Sanglah termasuk dalam kategori lansia (46-65 tahun) sebanyak sebanyak 40 orang sampel (65,6%), sedangkan sampel yang termasuk dalam kategori dewasa (26-45 tahun) sebanyak 4 orang sampel (6,6%), dan sampel yang termasuk manula (> 65 tahun) sebanyak 17 orang sampel (27,9%).^{17,18} Data sebaran umur menunjukkan usia termuda pada sampel penelitian adalah 43 tahun, usia tertua adalah 78 tahun dengan rerata usia sampel adalah 60 tahun.

Sebagian besar sampel pasien berjenis kelamin lelaki yaitu 56 orang sampel (91,8%) dan 5 orang sampel (8,2%) adalah perempuan. Sampel dengan tingkat pendidikan rendah (tidak sekolah, SD, dan SMP) sebanyak 16 orang sampel (26,2%) dan tingkat pendidikan tinggi (SMA, DI/D2/D3, dan perguruan tinggi) sebanyak 46 orang sampel (73,8%).

Data status pekerjaan menunjukkan, sampel yang tidak bekerja sebanyak 35 orang sampel (57,4%) dan sampel yang bekerja sebanyak 26 orang sampel (42,6%). Sebanyak 18 orang sampel (29,5%) tidak memiliki komplikasi, komplikasi

Tabel 1. Karakteristik Pasien DMT2 berdasarkan Usia, Jenis Kelamin, Tingkat Pendidikan, Status Pekerjaan, Jumlah Komplikasi, dan Kemandirian Fungsional

No	Kategori	Frekuensi (N=61)	Presentase (%)
1	Usia		
	Dewasa (26-45)	4	6,6
	Lansia (46-65)	40	65,6
	Manula (>65)	17	27,9
2	Jenis kelamin		
	Lelaki	56	91,8
	Perempuan	5	8,2
3	Tingkat pendidikan		
	Pendidikan rendah	16	26,2
	Pendidikan tinggi	45	73,8
4	Status pekerjaan		
	Tidak bekerja	35	57,4
	Bekerja	26	42,6
5	Jenis Komplikasi		
	Tanpa komplikasi	18	29,5
	Komplikasi Ringan-Sedang	12	19,7
	Komplikasi Berat	31	50,8
6	Tingkat Kemandirian		
	Ketergantungan Total	0	0,0
	Ketergantungan Berat	0	0,0
	Ketergantungan Sedang	0	0,0
	Ketergantungan Ringan	7	11,5
	Mandiri	54	88,5

Tabel 2. Gambaran IMT, Aktivitas Fisik, dan Kekuatan Otot Pasien DMT2 di Poliklinik *Diabetic Centre* RSUP Sanglah Denpasar

No	Kategori	Frekuensi (N=61)	Presentase (%)
1	IMT		
	Berat badan kurang	3	4,9
	Normal	14	23,0
	Berat badan lebih dan Obese	44	72,1
2	Aktivitas Fisik		
	Aktivitas Ringan	17	27,9
	Aktivitas Sedang	44	72,1
	Aktivitas Berat	0	0,0
3	Kekuatan Otot		
	Kekuatan Otot Lemah	36	59,0
	Kekuatan Otot Sedang	25	41,0
	Kekuatan Otot Kuat	0	0,0

ringan hingga sedang yaitu 12 orang sampel (19,7%), dan komplikasi berat sebanyak 31 orang sampel (50,8%).

Tidak terdapat sampel pada masing-masing kategori ketergantungan sedang, berat, dan total. Sedangkan sebanyak 7 orang sampel (11,5%) memiliki tingkat ketergantungan ringan - sedang dan 54 orang sampel (88,5%) dalam kategori mandiri (**Tabel 1**).

Sebanyak 3 orang sampel (4,9%) memiliki berat badan kurang, IMT normal sebanyak 14 orang sampel (23,0%), dan sampel dengan berat badan lebih dan obese sebanyak 44 orang sampel (72,1%).

Sampel dengan kekuatan otot genggam kurang sebanyak 36 orang sampel (59,0%), kekuatan otot genggam sedang sebanyak 25 orang sampel (41,0%), dan tidak ada sampel yang memiliki kekuatan otot genggam tinggi. Rerata kekuatan otot genggam pasien DMT2 adalah 21,26 kg, dengan kekuatan otot genggam minimum adalah 13 kg dan maksimum adalah 33,0 kg. Sebanyak 17 sampel (27,9%) mempunyai aktivitas fisik yang ringan, 44 sampel (72,1%) tergolong pada aktivitas fisik sedang, dan tidak ada sampel mempunyai aktivitas fisik yang berat (**Tabel 2**).

Hubungan antara IMT dan aktivitas fisik dengan kekuatan otot didapatkan uji korelasi menggunakan *Pearson Correlation* setelah diketahui distribusi data masing-masing variabel normal ($p > 0,05$). Hasil uji korelasi antara IMT dengan kekuatan otot didapatkan memiliki nilai korelasi $r = -0,236$ dengan nilai signifikansi $p = 0,067$. Hasil uji korelasi antara aktivitas fisik dengan kekuatan otot didapatkan memiliki nilai $r = 0,340$ dengan nilai $p = 0,007$ (**Tabel 3**).

DISKUSI

IMT yang lebih merupakan salah satu faktor risiko dari DMT2, namun pasien DMT2 juga dapat memiliki IMT yang normal dan kurang.^{19,20} Hal ini sejalan dengan temuan pada pasien DMT2 di RSUP Sanglah. Sampel didapatkan sebagian besar memiliki IMT normal dan lebih. IMT pada umumnya juga akan meningkat sesuai dengan usia. Peningkatan IMT dipengaruhi oleh asupan makanan, penurunan tinggi badan dan perubahan morfologi kolumna veterbralis, berkurangnya massa tulang, peningkatan simpanan lemak, osteoporosis, dan kifosis.^{13,18}

Pada penelitian ini pasien DMT2 peningkatan IMT diakibatkan oleh penggunaan obat oral anti diabetes golongan sulfoniluria, glinid dan penggunaan insulin pada pasien DMT2 yang lama. Penggunaan insulin dapat meningkatkan massa lemak, berat badan, dan massa otot namun

Tabel 3. Hubungan Durasi DMT2, Aktivitas Fisik, dan IMT dengan Kekuatan Otot Genggam Pasien DMT2

No	Kategori	Korelasi (N=61)	Presentase (%)
1	IMT dengan Kekuatan Otot	-0,236	0,067
2	Aktifitas Fisik dengan Kekuatan Otot	0,340	0,007

tidak meningkatkan kekuatan otot.^{10,18} Aktivitas fisik didapatkan melalui akumulasi skor indeks pekerjaan, indeks olahraga, dan indeks waktu luang.²¹ Aktivitas fisik dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu aktivitas ringan, aktivitas sedang, dan aktivitas berat. **Tabel 3.** menunjukkan bahwa sebanyak 17 sampel (27,9%) mempunyai aktivitas fisik yang ringan, 44 sampel (72,1%) tergolong pada aktivitas fisik sedang, dan tidak ada sampel mempunyai aktivitas fisik yang berat. Aktivitas yang dilakukan oleh sampel adalah aktivitas fisik sedang yaitu *jogging* atau berjalan kaki setiap 3-5 kali seminggu sesuai dengan anjuran dokter. Sampel dengan aktivitas ringan umumnya karena pasien DMT2 memiliki komplikasi berupa gangguan kardiovaskular sehingga kesulitan untuk melakukan aktivitas fisik rutin.^{20,22,23}

Kekuatan otot merupakan salah satu komponen kebugaran. Kekuatan otot didefinisikan sebagai kontraksi maksimal otot atau sekelompok otot yang dapat dikeluarkan terhadap tahanan tertentu.²⁴ Pada penelitian ini kekuatan otot genggam pada pasien DMT2 dibagi menjadi 3 kategori yaitu kekuatan otot genggam kurang dan kekuatan otot sedang.¹³ Kekuatan otot kuat tidak dijumpai pada sampel dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Ryoto terkait sebaran data kekuatan otot pada 100 lansia perempuan di Panti Geriatri di Jakarta yaitu rerata sebesar 24,018 kg dengan minimum 12 kg dan maksimum 38 kg dalam rentang usia 55–88 tahun.¹³ Penelitian menyebutkan tidak ada perbedaan kekuatan otot antara perempuan dan laki-laki pada penderita DMT2.⁷ Penurunan kekuatan genggam pada pasien DMT2 disebabkan beberapa mekanisme berikut antara lain: 1) Efek hiperglikemia persisten terhadap kualitas dan kuantitas massa otot. Katabolisme protein otot berlebihan akibat konsekuensi metabolik dari hiperglikemia mengakibatkan fungsi otot yang buruk. Hiperglikemia menstimulasi glikosilasi non enzimatis dari protein aktin dan miosin, yaitu protein pengatur kontraksi otot yang mengakibatkan pembentukan produk akhir glikasi yang lebih cepat dan membuat pengkakuan otot. 2) Insufisiensi vaskular dan

neuropati akibat DMT2 meningkatkan risiko osteomyelitis, nekrosis avaskular, dan kerusakan sendi. 3) DMT2 dengan kontrol glikemik yang buruk juga diasosiasikan dengan sitokin inflamasi sistemik seperti *tumor necrosis factor* (TNF- α) dan interleukin-6 (IL-6), yang memiliki efek merusak pada massa otot, kekuatan otot dan performa fisik. 4) Obesitas dan tidak melakukan aktivitas fisik rutin dan akan menyebabkan sensitivitas insulin menurun, sehingga terjadi hiperinsulinemia yang mengakibatkan kurang optimalnya metabolisme glukosa untuk membentuk energi di otot.^{25,26}

Hubungan IMT dengan Kekuatan Otot

IMT dengan kekuatan otot memiliki nilai korelasi $r = -0,236$ yang hubungan sangat lemah antara kedua variabel tersebut. Tanda negatif pada korelasi menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai IMT maka tingkat kekuatan otot genggam akan semakin rendah atau kurang, hubungan ini juga menunjukkan jika semakin IMT maka kekuatan otot akan semakin besar. Adapun hasil korelasi ini tidak berhubungan karena hasil analisis p antar variabel bernilai tidak signifikan secara statistik, ditunjukkan dari nilai $p = 0,067$. Hasil ini menunjukkan tidak terdapat hubungan korelasi negatif antara variabel IMT dengan tingkat kekuatan otot genggam. Ketidakbermakna hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Dhara dkk., tahun 2011 pada 286 sampel lansia, dan Ryoto tahun 2012 pada 100 lansia yang menyebutkan bahwa tidak adanya hubungan bermakna antara IMT dengan kekuatan otot genggam. Hasil yang sama juga didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dan Setiowati tahun pada 15 orang lansia di Panti Wredha Rindang Asih III Kecamatan Boja dalam *Jurnal of Sport and Sciences* terkait hubungan IMT dengan kekuatan genggam.^{13,14} Adapun ketidakbermakna hubungan antara IMT dan kekuatan otot genggam tidak dapat dijelaskan secara lengkap karena hanya terdapat beberapa sampel yang dengan IMT yang rendah dan tidak ada sampel dengan kekuatan otot kuat, hal ini sesuai dengan penelitian Massy-Westropp dkk., pada tahun 2011, pada 435 sampel di Australia yang berusia 18 tahun ke atas.¹⁶

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kekuatan Otot

Aktivitas fisik dengan kekuatan otot memiliki nilai korelasi $r = 0,340$ yang terdapat hubungan yang cukup kuat antara kedua variabel tersebut. Tanda positif pada korelasi menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai aktivitas fisik maka tingkat kekuatan otot genggam akan menjadi tinggi juga. Adapun hasil korelasi ini berhubungan karena

hasil analisis p antar variabel bernilai signifikan secara statistik, ditunjukkan dari nilai $p = 0,007$. Sehingga, berdasarkan hasil analisis yang dilakukan memperlihatkan adanya hubungan positif yang bermakna antara variabel aktivitas fisik dengan tingkat kekuatan otot genggam. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Ryoto pada tahun 2012, dan Foo dkk., pada tahun 2007, yang menyebutkan adanya hubungan yang signifikan antara tingkat aktivitas fisik dengan kekuatan otot genggam.^{13,27}

Kekuatan otot menjadi hal yang penting bagi setiap individu, termasuk pada pasien DMT2 untuk menjalankan aktivitas sehari-harinya. Kekuatan otot akan menurun seiring berjalannya usia sehingga perlu dijaga salah satunya dengan rutin beraktivitas fisik.²⁴ Hal ini sesuai dengan teori yang mengungkapkan bahwa aktivitas fisik mempengaruhi semua komponen kesegaran jasmani termasuk aspek kekuatan otot. Aktivitas fisik yang teratur memberikan efek positif terhadap sistem muskuloskeletal. Melakukan aktivitas fisik yang rutin juga mampu meningkatkan kekuatan otot.¹³

Percobaan yang dilakukan Kerry dkk., tahun 2005 pada 115 sampel lelaki dan perempuan terhadap latihan olahraga meningkatkan kekuatan dan kebugaran aerobik, mengurangi obesitas total dan abdominal.²⁸ Berkurangnya obesitas akan menurunkan insensitivitas insulin dan membantu dalam kontrol gula darah sehingga kejadian hiperinsulinemia dan hiperglikemia yang dapat memberikan dampak buruk pada kualitas otot akan terkendali. Selain itu aktivitas fisik utamanya latihan tahanan beban akan meningkatkan massa otot tubuh.²⁸ Meningkatnya massa otot merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan genggam.²⁹

Aktivitas yang disarankan untuk penderita diabetes antara lain adalah aktivitas yang melatih kebugaran kardiovaskular dan latihan ketahanan. Berjalan-jalan, mendaki, naik tangga, berenang, aerobik, menari, bersepeda, skating, ski, tenis, basket, voli, atau olahraga lainnya adalah beberapa contoh aktivitas fisik yang akan bekerja otot-otot besar, meningkatkan denyut jantung, dan melatih pernafasan. Selain itu, latihan kekuatan dengan menggunakan beban, karet, atau mesin berat dapat membantu membangun otot. Dokter merekomendasikan melakukan aktivitas fisik sedang antara lain berjalan cepat, membersihkan rumah, menari, berenang, dan bersepeda dengan rerata waktu berolahraga kurang lebih 30 menit selama 5 hari atau lebih.³⁰

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang hubungan IMT, dan aktivitas fisik dengan kekuatan otot pada 61 sampel pasien DMT2 di RSUP Sanglah Denpasar dapat disimpulkan tingkat kekuatan otot genggam, sebesar 36 orang sampel (59,0%) sampel memiliki kekuatan otot kurang, sebanyak 25 orang sampel (41,0%) memiliki kekuatan otot sedang, dan tidak ada sampel yang memiliki kekuatan otot tinggi. Rerata sampel memiliki kekuatan otot 21,26 kg dengan kekuatan otot minimum adalah 13,0 kg dan maksimum adalah 33,0 kg. Tidak terdapat hubungan antara IMT dan kekuatan otot pada pasien DMT2 di RSUP Sanglah Denpasar, dengan nilai $r = -0,236$ dan nilai $p = 0,067$. Terdapat hubungan positif yang bermakna antara variabel aktivitas fisik dengan tingkat kekuatan otot genggam di RSUP Sanglah Denpasar, dengan nilai $r = 0,340$ dan nilai $p = 0,007$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas diskusi Dr. dr. Susy Purnawati, M.KK, dan dr. Made Ratna Saraswati, SpPD-KEMD, FINASIM, serta segala masukan dari Dr. dr. I Made Muliarta, M.Kes. serta staff Poliklinik *Diabetic Centre* RSUP Sanglah yang telah membantu proses pengumpulan data selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Diabetes [Internet]. World Health Organization. 2015 [diakses 20 January 2015]. Diunduh dari: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>
2. PERKENI. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia. Jakarta : PB PERKENI; 2015. pp. 5-77
3. Powers A.C. Diabetes Mellitus: Diagnosis, Classification, and Pathofisiology. Dalam : Fauci, A.S., Braunwald E, Isselbacher KJ, Wilson, J.D., (penyunting) Harrison's Principle of Internal Medicine. 19th edition. New York: McGraw-Hill; 2015; 2399-2435.
4. Masharani, U and German, M.S. Pancreatic Hormones and Diabetes Mellitus. In: Greenspan, F., Gardner, D. and Shoback, D. (eds.) Basic & clinical endocrinology. New York: McGraw-Hill; 2011; 634-641
5. Shambhuvani, M.C., Diwan, S.J., Vyas, and N.J. 2015. Effect of Longstanding Diabetes Mellitus II on Handrip Strength: An observational study. IAIM. 2015; 2(5): 135-139.

6. Kim W, Kim D, Seo K, Kang S. Reliability and Validity of Isometric Knee Extensor Strength Test With Hand-Held Dynamometer Depending on Its Fixation: A Pilot Study. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2014;38(1):84.
7. Ezema C, Iwelu E, Abaraogu U, Olawale O. Handgrip Strength in Individuals with Long- Standing Type 2 Diabetes Mellitus: A preliminary report. *African Journal of Physiotherapy and Rehabilitation Sciences*. 2012;4(1-2):67-71.
8. Hatf B, Bahrpeyma F, Mohajeri Tehrani M. The comparison of muscle strength and short-term endurance in the different periods of type 2 diabetes. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2014;13(1):22.
9. Park S, Goodpaster B, Strotmeyer E, Kuller L, Broudeau R, Kammerer C dkk. Accelerated Loss of Skeletal Muscle Strength in Older Adults With Type 2 Diabetes: The Health, Aging, and Body Composition Study. *Diabetes Care*. 2007;30(6):1507-12.
10. Gin H, Rigalleau V, Perlemoine C. Insulin Therapy and Body Weight, Body Composition and Muscular Strength in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2010;1-4.
11. Park, S.W. The Impact Of Diabetes Mellitus On Skeletal Muscle Mass And Strength In Older Adult. [Disertasi]. Doctor : Pittsburgh University; 2006
12. Ambartana, I.W. Hubungan Status Gizi dengan Kekuatan Otot Lanjut Usia di Kelurahan Gianyar, Kabupaten Gianyar Provinsi Bali. *Jurnal Ilmu Gizi*. 2010;1(1), 67-74.
13. Ryoto, V. "Hubungan Antara Kekuatan Otot Genggam dengan Umur, Tingkat Kemandirian, dan Aktivitas Fisik pada Lansia Wanita Klub Geriatri Terpilih Jakarta Utara Tahun 2012". [Undergraduate]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2012.
14. Setiawan, D.A. and Setiowati, A. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) terhadap Kekuatan Otot pada Lansia di Panti Wredha Rindang Asih III Kecamatan Boja. *Journal of Sport Sciences and Fitness*. 2014;3(33):30-34.
15. Roberts H, Denison H, Martin H, Patel H, Syddall H, Cooper C dkk. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age and Ageing*. 2011;40(4):423-429.
16. Massy-Westropp N, Gill T, Taylor A, Bohannon R, Hill C dkk. Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Research Notes*. 2011;4(1):127.
17. Depkes RI. Profil Kesehatan Indonesia. Jakarta: Departemen Republik Indonesia; 2009
18. Dardano A, Penno G, Del Prato S, Miccoli R. Optimal therapy of type 2 diabetes: a controversial challenge. *Aging*. 2014;6(3):187-206.
19. Ganz M, Wintfeld N, Li Q, Alas V, Langer J, Hammer M. The association of body mass index with the risk of type 2 diabetes: a case-control study nested in an electronic health records system in the United States. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2014;6(1):50.
20. van der Kooi A, Snijder M, Peters R, van Valkengoed I. The Association of Handgrip Strength and Type 2 Diabetes Mellitus in Six Ethnic Groups: An Analysis of the HELIUS Study. *PLOS ONE*. 2015;10(9):e0137739.
21. Baecke, J.A., Burema J., Frijters, J.E. A Sort Questionnaire for the Measurement of Habitual Physical Activity in Epidemiological Studies. *The America Journal of Clinical Nutrition*. 1982;36(5):936-942
22. Slater M, Perruccio A, Badley E. Musculoskeletal comorbidities in cardiovascular disease, diabetes and respiratory disease: the impact on activity limitations; a representative population-based study. *BMC Public Health*. 2011;11(1).
23. Duruturk N, Tonga E, Karatas M, Doganozu E. Activity performance problems of patients with cardiac diseases and their impact on quality of life. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(7):2023-2028.
24. Kesehatan Olahraga, Panduan untuk Pelatih Olahragawan Usia Dini. Kementerian Pendidikan Nasional Pusat Pengembangan Kualitas Jasmani; 2010
25. Anand, Y.S. "A Study To Determine the Correlation Between Duration of Diabetes and Grip Strength in Diabetes Mellitus" [Disertasi]. Master : Rajiv Gandhi of Health Science; 2010
26. Krause M, Riddell M, Hawke T. Effects of type 1 diabetes mellitus on skeletal muscle: clinical observations and physiological mechanisms. *Pediatric Diabetes*. 2010;12(4pt1):345-364.
27. Huat Foo L, Zhang Q, Zhu K, Ma G, Greenfield H, Fraser D. Influence of body composition, muscle strength, diet and physical activity on total body and forearm bone mass in Chinese adolescent girls. *British Journal of Nutrition*. 2007;98(06).
28. Stewart K, Bacher A, Turner K, Lim J, Hees P, Shapiro E dkk. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *American Journal of Preventive Medicine*. 2005;28(1):9-18.

29. Rybski M. *Kinesiology for Occupational Therapy*. Slack Incorporated WHO Expert Consultants, 2004 Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet*. 2004;363(9403): 157-163.
30. Be Active! | Managing | Diabetes | CDC [Internet]. Cdc.gov. 2016 [diakses 28 December 2016]. Available from: <https://www.cdc.gov/diabetes/managing/beactive.html>