

HUBUNGAN TINGKAT KEBUGARAN KARDIORESPIRASI DAN KEKUATAN GENGGMAN TANGAN DENGAN SINDROM METABOLIK

Fika Amalia¹, Darmawati Ayu Indraswari², Budi Laksono²

¹ Mahasiswa Program Pendidikan S-1 Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

² Staf Pengajar Fisiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang -Semarang 50275, Telp. 02476928010

ABSTRAK

Latar Belakang: Sindrom metabolik merupakan suatu kumpulan kelainan metabolik yang menyebabkan morbiditas dan mortalitas yang bermakna. WHO memperkirakan sindrom metabolik terjadi pada 23% populasi pria dan 12% populasi wanita. Beberapa studi sebelumnya membuktikan bahwa sindrom metabolik berhubungan dengan tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggam tangan.

Tujuan: Mengetahui hubungan tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik.

Metode: Penelitian belah lintang ini dilakukan pada 31 subjek (23 perempuan dan 8 laki-laki) berusia 40-70 tahun. Tingkat kebugaran kardiorespirasi dinilai dengan metode *Harvard step test*. Kekuatan genggam tangan diukur menggunakan *handgrip dynamometer*. Diagnosis sindrom metabolik dibuat berdasarkan kriteria NCEP ATP III.

Hasil: Dari 31 sampel, 25,81% sampel memenuhi kriteria sindrom metabolik. Persentase sindrom metabolik didapatkan lebih tinggi pada kelompok dengan tingkat kebugaran kardiorespirasi kurang serta didapatkan sama pada kelompok kekuatan genggam tangan lemah dan normal. Uji korelasi Spearman antara tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik serta uji *Fisher's exact* antara kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik menunjukkan hasil yang tidak bermakna. Sedangkan uji korelasi Spearman antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik menunjukkan adanya korelasi negatif yang bermakna dengan kategori korelasi derajat rendah ($r=-0,373$; $p=0,039$). Uji *Fisher's exact* juga menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara kategori kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik dengan $p=0,026$ dan rasio prevalensi 4,17.

Kesimpulan: Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik. Terdapat korelasi negatif yang bermakna dengan kategori korelasi derajat rendah antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik.

Kata Kunci: Sindrom metabolik, tingkat kebugaran kardiorespirasi, kekuatan genggam tangan

ABSTRACT

THE ASSOCIATION OF CARDIORESPIRATORY FITNESS AND HANDGRIP STRENGTH WITH METABOLIC SYNDROME

Background: The metabolic syndrome, a clustering of metabolic disorders, is associated with morbidity and all-cause mortality. WHO estimated that 23% of men and 12% of women in the world had metabolic syndrome. Several studies had examined that metabolic syndrome was associated with cardiorespiratory fitness and handgrip strength.

Aim: To investigate the association of cardiorespiratory fitness and handgrip strength with metabolic syndrome.

Methods: This cross-sectional study included 31 subjects (23 women and 8 men), aged 40 to 70. Cardiorespiratory fitness was measured by Harvard step test. Handgrip strength was measured with a handgrip dynamometer. NCEP ATP III guideline was used to determine the metabolic syndrome diagnosis.

Results: About twenty-five percent (25,81%) of 31 samples had metabolic syndrome. A higher percentage was observed in subjects with low cardiorespiratory fitness levels. The same number was observed in subjects with low and normal handgrip strength. Spearman correlation test between cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome along with Fisher's exact test between cardiorespiratory fitness categories and metabolic syndrome showed no significant correlation. Meanwhile, Spearman correlation test between handgrip strength and metabolic syndrome showed a significant inverse correlation ($r=-0,373$; $p=0,039$). Furthermore, Fisher's exact test also showed a significant correlation between handgrip strength categories and metabolic syndrome ($p=0,026$; prevalence ratio 4,17).

Conclusions: There was no significant correlation between cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome. Metabolic syndrome was inversely correlated with handgrip strength.

Keywords: Metabolic syndrome, cardiorespiratory fitness, handgrip strength

PENDAHULUAN

Cameron dkk memperkirakan prevalensi sindrom metabolik di seluruh dunia sebesar 15-30% dan angka kejadiannya lebih tinggi pada negara berkembang. Menurut WHO, sindrom metabolik terjadi pada 23% populasi pria dan 12% populasi wanita.¹ Prevalensi sindrom metabolik terus mengalami peningkatan. Prevalensi sindrom metabolik tahun 1988-1994 pada populasi dewasa di Amerika Serikat sebanyak 23,1%. Peningkatan prevalensi menjadi 26,7% didapatkan pada penelitian tahun 1999-2000.² Peningkatan ini juga terjadi di negara lain, seperti Korea. Terjadi peningkatan yang bermakna dari 24,9% pada tahun 1998 menjadi 31,3% pada tahun 2007.³

Salah satu faktor yang mempengaruhi sindrom metabolik adalah tingkat kebugaran kardiorespirasi. Tingkat kebugaran kardiorespirasi memberikan efek menguntungkan terhadap sindrom metabolik dengan mempengaruhi komponen-komponen sindrom metabolik.⁴⁻⁶ *Harvard step test* merupakan salah satu tes yang telah digunakan bertahun-tahun untuk menilai tingkat kebugaran kardiorespirasi seseorang.⁷ Tes ini menggunakan metode naik turun bangku setinggi 19 inchi dan menggunakan denyut nadi sebagai indikator dalam menghitung indeks kebugaran kardiorespirasi.^{8,9}

Selain tingkat kebugaran kardiorespirasi, kekuatan otot juga diketahui merupakan faktor protektif yang kuat terhadap sindrom metabolik.¹⁰⁻¹³ Efek protektif ini melibatkan mekanisme yang berhubungan dengan resistensi insulin dan akumulasi lemak ektopik.¹³ Salah satu metode yang paling sering digunakan untuk mengukur kekuatan otot adalah tes kekuatan

genggaman tangan.¹⁴ Adapun alat murah dan sederhana yang sering digunakan dalam metode ini adalah *handgrip dynamometer*.¹⁵

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggaman tangan dengan sindrom metabolik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan rancangan belah lintang. Penelitian ini telah dilaksanakan di RW X, Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik, Semarang pada bulan Januari 2015.

Sampel penelitian adalah masyarakat kelompok umur dewasa di RW X, Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik, Semarang yang memenuhi kriteria umur 40 sampai 70 tahun, mampu berjalan 400 meter tanpa istirahat dan tanpa alat bantu berjalan, serta bersedia diikutsertakan dalam penelitian. Sampel penelitian yang memiliki riwayat sakit jantung, mengonsumsi obat-obatan untuk kelainan jantung, menggunakan alat bantu jantung, menderita penyakit saluran pernapasan akut atau kronik, serta mengalami gangguan atau kelainan pada tangan, tidak diikutsertakan dalam penelitian.

Berdasarkan perhitungan besar sampel untuk proporsi tunggal dengan besar koefisien korelasi 0,5; nilai $\alpha=0,05$ dan nilai $\beta=0,2$; jumlah sampel yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah minimal 30 orang masyarakat kelompok usia 40 sampai 70 tahun.

Variabel bebas penelitian ini adalah tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggaman tangan. Tingkat kebugaran kardiorespirasi dinilai dengan metode *Harvard step test*, dimasukkan ke dalam rumus *physical efficiency index* (PEI), dan dikategorikan menjadi rendah jika nilainya <50 , sedang jika 50-80, dan baik jika >80 . Kekuatan genggaman tangan diukur menggunakan *handgrip dynamometer* dan dikategorikan menjadi lemah, normal, dan kuat berdasarkan jenis kelamin dan rentang usia tertentu. Variabel terikat penelitian ini adalah sindrom metabolik. Diagnosis sindrom metabolik ditegakkan berdasarkan kriteria dari NCEP ATP III, yaitu jika terdapat minimal 3 dari 5 faktor risiko berikut: lingkar pinggang ≥ 90 cm untuk pria atau ≥ 80 cm untuk wanita, tekanan darah sistolik ≥ 130 atau diastolik ≥ 85 mmHg, kadar gula darah puasa ≥ 110 mg/dl, kadar trigliserida ≥ 150 mg/dl, serta kadar HDL < 40 mg/dl untuk pria atau < 50 mg/dl untuk wanita. Variabel perancu penelitian ini adalah indeks massa tubuh, umur, jenis kelamin, intensitas aktivitas fisik, dan kebiasaan merokok.

Uji hipotesis untuk korelasi tingkat kebugaran kardiorespirasi dengan sindrom metabolik dan korelasi kekuatan genggaman tangan dengan sindrom metabolik menggunakan uji korelasi Spearman. Uji hipotesis untuk korelasi tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggaman tangan dengan sindrom metabolik menggunakan uji regresi logistik. Hubungan antara kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kategori sindrom metabolik serta hubungan antara kekuatan genggaman tangan dan kategori sindrom metabolik dianalisis dengan uji *chi square*. Pengaruh variabel perancu terhadap hubungan tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggaman tangan dengan sindrom metabolik dianalisis dengan uji regresi logistik. Nilai *p* dianggap bermakna apabila $<0,05$. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan program komputer.

HASIL

Cara pemilihan sampel adalah *purposive sampling* berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Penelitian ini dilakukan pada 31 subjek penelitian.

Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik subjek penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Rerata \pm SB (min – maks)	Median	n (%)
Umur (tahun)	52,8 \pm 7,2 (41-69)	-	-
Jenis kelamin			
- Perempuan	-	-	23 (74,2%)
- Laki-laki	-	-	8 (25,8%)
Tinggi badan (cm)	-	153	-
Berat badan (kg)	58,8 \pm 9,5 (46-82)	-	-
IMT (kg/m ²)	24,8 \pm 3,4 (19,3-31,9)	-	-
Status gizi			
- Di bawah normal	-	-	0 (0%)
- Normal	-	-	9 (29%)
- Berat badan berlebih	-	-	5 (16,1%)
- Obesitas I	-	-	14 (45,2%)
- Obesitas II	-	-	3 (9,7%)

Tekanan darah (mmHg)			
- Normal	-	-	7 (22,6%)
- Pre hipertensi	-	-	12 (38,7%)
Karakteristik	Rerata ± SB (min – maks)	Median	n (%)
- Hipertensi tahap 1	-	-	9 (29%)
- Hipertensi tahap 2	-	-	3 (9,7%)
Lingkar pinggang (cm)	83,5 ± 8,9 (66-103)	-	-
- Normal	-	-	11 (35,5%)
- Meningkat	-	-	12 (38,7%)
- Meningkat tajam	-	-	8 (25,8%)
Gula darah puasa (mg/dl)	-	88	-
- Normal	-	-	28 (90,3%)
- Meningkat	-	-	3 (9,7%)
HDL kolesterol (mg/dl)	50,7 ± 12,03 (31-82)	-	-
- Normal	-	-	21 (67,7%)
- Rendah	-	-	10 (32,3%)
Trigliserida (mg/dl)	118,8 ± 70,4 (35-350)	-	-
- Normal	-	-	24 (77,4%)
- Meningkat	-	-	7 (22,6%)
Intensitas aktivitas fisik			
- Tinggi	-	-	16 (51,6%)
- Sedang	-	-	10 (32,3%)
- Rendah	-	-	5 (16,1%)
Kebiasaan merokok			
- Ya	-	-	3 (9,7%)
- Tidak	-	-	28 (90,3%)

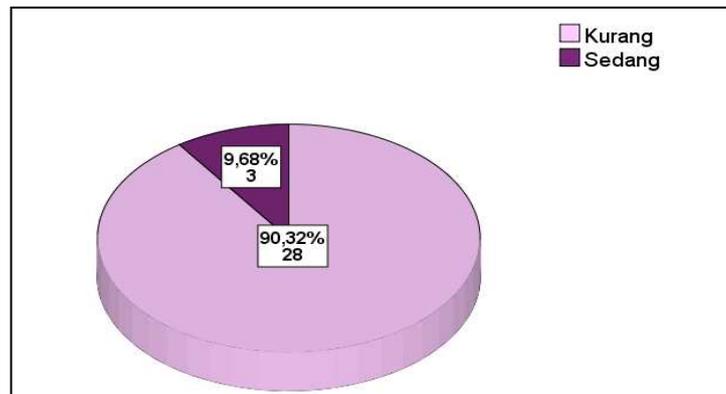
SB= Simpangan Baku; min= minimum; maks= maksimum

Pemeriksaan Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi

Karakteristik tingkat kebugaran kardiorespirasi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat kebugaran kardiorespirasi

Pemeriksaan	Median
Tingkat kebugaran kardiorespirasi	20,96

**Gambar 1.** Diagram lingkaran kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi

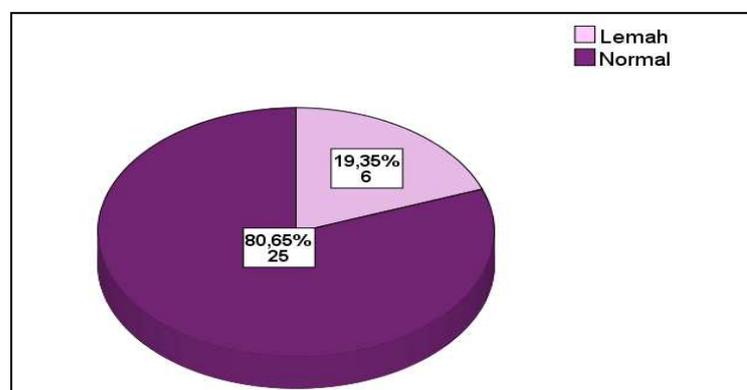
Berdasarkan Gambar 1, sebanyak 28 sampel (90,32%) tergolong dalam kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi kurang, 3 sampel (9,68%) tergolong dalam kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi sedang, dan tidak didapatkan sampel yang tergolong dalam kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi baik dari total 31 sampel penelitian.

Pemeriksaan Kekuatan Genggaman Tangan

Karakteristik kekuatan genggaman tangan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kekuatan genggaman tangan

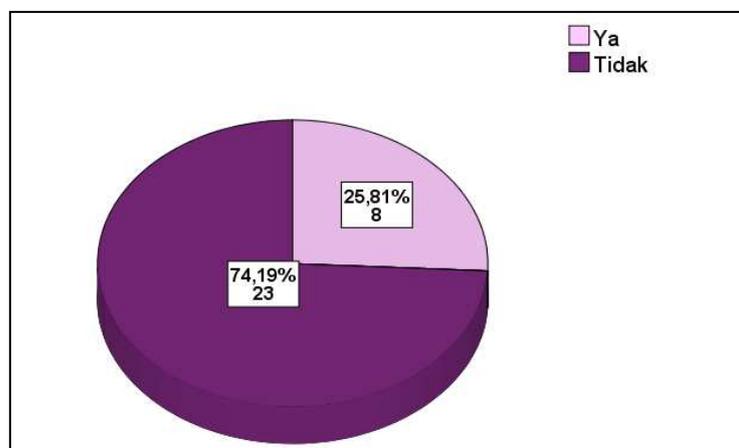
Pemeriksaan	Median
Kekuatan genggaman tangan (kg)	24

**Gambar 2.** Diagram lingkaran kategori kekuatan genggaman tangan

Gambar 2 menunjukkan 25 sampel (80,65%) memiliki kekuatan genggam tangan normal, 6 sampel (19,35%) memiliki kekuatan genggam tangan lemah, dan tidak didapatkan sampel yang memiliki kekuatan genggam tangan kuat dari total 31 sampel penelitian.

Sindrom Metabolik

Karakteristik sindrom metabolik ditampilkan dalam Gambar 3. Sebanyak 8 sampel (25,81%) memenuhi kriteria NCEP ATP III untuk sindrom metabolik, sedangkan 23 sampel (74,19%) lainnya tidak memenuhi kriteria tersebut.



Gambar 3. Diagram lingkaran sindrom metabolik

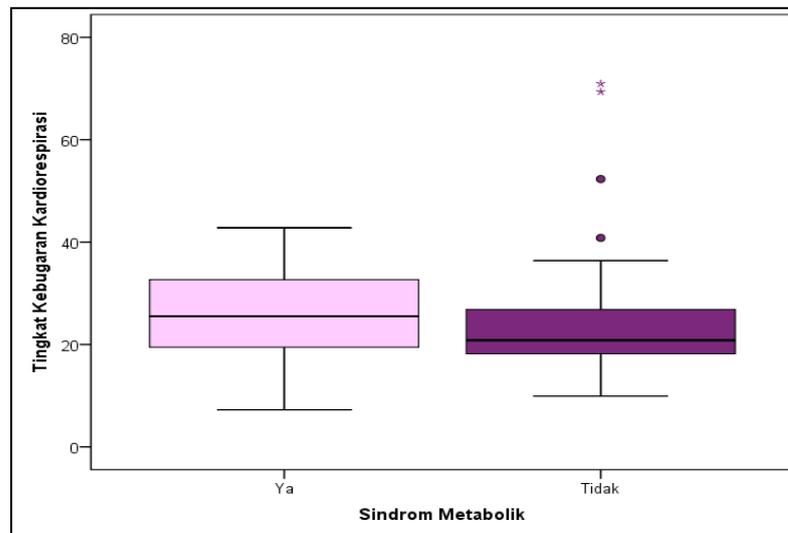
Korelasi Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi dengan Sindrom Metabolik

Tabel 4. Korelasi tingkat kebugaran kardiorespirasi dengan sindrom metabolik

		Sindrom Metabolik
Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi	r	0,116
	p	0,536
	n	31

r= koefisien korelasi; p= nilai probabilitas; n= jumlah subjek

Tabel 4 menunjukkan adanya korelasi positif yang tidak bermakna antara tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik ($p=0,536$). Derajat korelasi antara tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik termasuk kategori korelasi derajat rendah ($r=0,116$).



Gambar 4. Diagram kotak-garis hubungan tingkat kebugaran kardiorespirasi dengan sindrom metabolik

Korelasi antara kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Korelasi kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi dengan sindrom metabolik

		Sindrom metabolik				p
		Ya		Tidak		
		n	%	n	%	
Kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi	Kurang	8	28,6	20	71,4	0,550
	Sedang	0	0	3	100	
	Baik	0	0	0	0	
Total		8	25,8	23	74,2	

Berdasarkan hasil uji *Fisher's exact*, diperoleh nilai $p=0,550$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik.

Korelasi Kekuatan Genggaman Tangan dengan Sindrom Metabolik

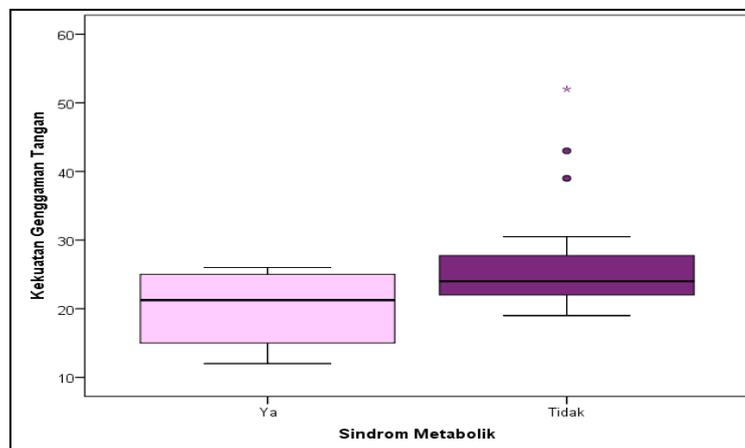
Korelasi kekuatan genggaman tangan dengan sindrom metabolik ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Korelasi kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik

		Sindrom Metabolik
Kekuatan Genggam Tangan	r	-0,373
	p	0,039
	n	31

r= koefisien korelasi; p= nilai probabilitas; n= jumlah subjek

Tabel 6 menunjukkan adanya korelasi negatif yang bermakna antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik ($p=0,039$). Derajat korelasi antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik termasuk kategori korelasi derajat rendah ($r= -0,373$).



Gambar 5. Diagram kotak-garis hubungan kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik

Korelasi antara kategori kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Korelasi kategori kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik

		Sindrom metabolik				p	RP (95%CI)
		Ya		Tidak			
		n	%	n	%		
Kategori kekuatan genggam tangan	Lemah	4	66,7	2	33,3	0,026	4,17 (1,441- 12,045)
	Normal	4	16,0	21	84,0		
	Kuat	0	0	0	0		
Total		8	25,8	23	74,2		

Berdasarkan hasil uji *Fisher's exact*, diperoleh nilai $p=0,026$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara kategori kekuatan genggaman tangan dan sindrom metabolik dengan rasio prevalensi 4,17. Hal tersebut menunjukkan bahwa kekuatan genggaman tangan dengan kategori lemah akan memberikan risiko 4,17 kali terhadap angka kejadian sindrom metabolik.

Korelasi Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi dan Kekuatan Genggaman Tangan dengan Sindrom Metabolik

Analisis bivariat antara tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik dengan uji korelasi Spearman menunjukkan hasil yang tidak bermakna, sehingga tidak memenuhi syarat untuk dimasukkan ke dalam analisis multivariat.

Pengaruh Variabel Perancu

Tabel 8. Pengaruh variabel perancu

Parameter	<i>p</i>
Umur	0,265
Jenis kelamin	1,000
IMT	0,238
Intensitas aktivitas fisik	0,113
Kebiasaan merokok	1,000

Hasil uji statistik menggunakan analisis bivariat dengan uji korelasi Spearman menunjukkan nilai $p>0,05$ pada variabel umur dan indeks massa tubuh (IMT). Variabel jenis kelamin, intensitas aktivitas fisik, dan kebiasaan merokok yang diuji menggunakan uji *Fisher's exact* juga menunjukkan nilai $p>0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel-variabel perancu tidak memberikan pengaruh yang bermakna terhadap sindrom metabolik pada penelitian ini. Dengan demikian, variabel-variabel tersebut tidak memenuhi syarat untuk dianalisis menggunakan analisis multivariat.

PEMBAHASAN

Tingkat kebugaran kardiorespirasi maupun kategori tingkat kebugaran kardiorespirasi pada penelitian ini tidak memiliki korelasi yang bermakna dengan sindrom metabolik dengan uji korelasi Spearman dan *Fisher's exact*. Hal tersebut berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Sunghyun Hong, dkk pada populasi Korea dewasa tahun 2014 dan penelitian C.P. Earnest, dkk yang menunjukkan adanya korelasi negatif yang bermakna antara tingkat

kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik.^{3, 16} Penggunaan metode *Harvard step test* yang kurang sesuai untuk populasi Asia dan penyelesaian tes sebelum waktu yang ditentukan akibat kelelahan dini mungkin menjadi penyebab perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya.¹⁷

Kekuatan genggam tangan maupun kategori kekuatan genggam tangan pada penelitian ini memiliki korelasi yang bermakna dengan sindrom metabolik dengan uji korelasi Spearman dan *Fisher's exact*. Hal ini sesuai dengan penelitian A.A. Sayer, dkk yang menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan berhubungan dengan sindrom metabolik dan masing-masing komponennya.¹¹

Hubungan antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik mungkin disebabkan oleh glikosilasi miosin, penurunan ambilan glukosa, dan penurunan ekspresi GLUT-4 yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan otot.^{10, 11} Di sisi lain, massa dan kekuatan otot yang baik diketahui memberikan efek protektif terhadap risiko sindrom metabolik. Efek protektif ini kemungkinan merujuk pada penurunan akumulasi lemak ektopik, perbaikan kadar trigliserida plasma dan kadar kolesterol HDL, serta perbaikan tekanan darah.^{10, 12, 13}

Pada penelitian ini, hubungan tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik tidak memenuhi syarat untuk dapat dianalisis secara statistik dengan analisis multivariat. Penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa kekuatan otot yang baik dianggap menambah efek protektif dari tingkat kebugaran kardiorespirasi terhadap prevalensi sindrom metabolik. Hal ini diperantarai oleh perbaikan elemen-elemen dalam siklus glukosa-asam lemak, penyimpanan dan penggunaan trigliserida otot, modifikasi komposisi serat otot seran lintang, serta peningkatan densitas kapiler.^{10, 12}

SIMPULAN DAN SARAN

Terdapat korelasi negatif bermakna dengan derajat rendah antara kekuatan genggam tangan dan sindrom metabolik. Tidak terdapat hubungan bermakna antara tingkat kebugaran kardiorespirasi dan sindrom metabolik, sehingga hubungan tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik tidak dapat dianalisis. Penulis menyarankan dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan sebab akibat tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggam tangan dengan sindrom metabolik. Selain itu, perlu dilakukan penelitian menggunakan metode yang lebih sesuai bagi

masyarakat Indonesia untuk mengukur tingkat kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan genggam tangan, serta penelitian menggunakan metode yang berbeda untuk mengukur kekuatan otot selain dengan mengukur kekuatan genggam tangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dr. Bahrudin, M.Si.Med, Ph.D; dr. Hardian; dr. Tanjung Ayu Sumekar, M.Si.Med; dr. Noor Wijayahadi, M.Kes, Ph.D; seluruh staf bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; dan pihak-pihak lain yang telah membantu sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terlaksana dengan baik; serta masyarakat di wilayah RW X Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik, Semarang yang telah bersedia menjadi subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cameron AJ, Shaw JE, Zimmet PZ. The metabolic syndrome: prevalence in worldwide populations. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2004;33:351-75, table of contents.
2. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among u.s. Adults. *Diabetes Care* 2004;27:2444-9.
3. Hong S, Lee J, Park J, et al. Association between cardiorespiratory fitness and the prevalence of metabolic syndrome among Korean adults: a cross sectional study. *BMC Public Health* 2014;14:481.
4. Shuval K, Finley CE, Chartier KG, Balasubramanian BA, Gabriel KP, Barlow CE. Cardiorespiratory fitness, alcohol intake, and metabolic syndrome incidence in men. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44:2125-31.
5. McAuley PA, Blair SN. Cardiorespiratory Fitness and the Metabolic Syndrome, Second ed. In: Byrne CD, Wild SH, editors. *The Metabolic Syndrome*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2011:165-76.
6. Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *J Psychopharmacol* 2010;24:27-35.
7. Bhutkar MV. *Principles of Exercise Prescription*. New Delhi: Jaypee Brothers, Medical Publishers, 2008:62-3.
8. Greenberg JS, Dintiman GB, Oakes BM. *Physical Fitness and Wellness: Changing the Way You Look, Feel, and Perform*. New York: Human Kinetics, 2004:3.
9. Cheevers A, Pettersen C. *Harvard Step Test*. Amsterdam: Amsterdam Institute of Allied Health Education, 2007:1-32.
10. Wijndaele K, Duvigneaud N, Matton L, et al. Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:233-40.

11. Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, et al. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Qjm* 2007;100:707-13.
12. Jurca R, Lamonte MJ, Church TS, et al. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1301-7.
13. Atlantis E, Martin SA, Haren MT, Taylor AW, Wittert GA. Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome. *Metabolism* 2009;58:1013-22.
14. CDC. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) - Muscle Strength Procedures Manual. Georgia: CDC, 2011.
15. Gerodimos V. Reliability of handgrip strength test in basketball players. *J Hum Kinet* 2012;31:25-36.
16. Earnest CP, Artero EG, Sui X, Lee D, Church TS, Blair SN. Cross-sectional association between maximal estimated cardiorespiratory fitness, cardiometabolic risk factors and metabolic syndrome for men and women in the Aerobics Center Longitudinal Study. *Mayo Clin Proc* 2013;88:259-70.
17. Bandyopadhyay A. Queen's College Step Test as an Alternative of Harvard Step Test in Young Indian Women. *International Journal of Sport and Health Science* 2008;6:15-20.