

## HUBUNGAN ANTARA INTENSITAS AKTIVITAS FISIK DAN KADAR ASAM URAT SERUM PADA POPULASI SINDROM METABOLIK

Bazilah Dayana<sup>1</sup>, Udin Bahrudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Pendidikan S-1 Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Staf pengajar Ilmu Anatomi Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang -Semarang 50275, Telp. 02476928010

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** WHO memperkirakan sindrom metabolik terjadi pada 23% populasi pria dan 12% populasi wanita di dunia. Hiperurisemia berhubungan kuat dengan masing-masing komponen sindrom metabolik. Penelitian sebelumnya menyebutkan aktivitas fisik berperan penting mencegah hiperurisemia.

**Tujuan:** Mengetahui hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum pada populasi sindrom metabolik.

**Metode:** Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan menggunakan rancangan belah lintang yang dilaksanakan di RW X Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik, Semarang. Sampel penelitian adalah masyarakat kelompok umur lebih dari 40 tahun dengan sindrom metabolik. Data terdiri atas data karakteristik, data kadar asam urat serum, dan data intensitas aktivitas fisik. Intensitas aktivitas fisik dinilai dengan metode kuesioner aktivitas fisik global yang dikembangkan oleh WHO. Uji statistik menggunakan uji Spearman dan *chi-square*.

**Hasil:** Dari 32 subjek dengan sindrom metabolik didapatkan 40,6% memiliki aktivitas fisik dengan intensitas rendah, 25 % sedang dan 34,4% intensitas aktivitas fisik tinggi. Pada pemeriksaan kadar asam urat serum, sebanyak 59,4% memiliki kadar asam urat serum normal dan 40,6% memiliki kadar asam urat serum tinggi. Pada uji Spearman didapatkan hasil korelasi positif bermakna antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum dengan kategori korelasi derajat sedang ( $r=0,491$ ;  $p=0,004$ ). Uji *chi-square* antara kategori intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum diperoleh hasil bermakna dengan nilai  $p=0,023$  dan rasio prevalensi 2,56.

**Kesimpulan:** Terdapat korelasi positif bermakna dengan derajat sedang antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum pada populasi sindrom metabolik.

**Kata Kunci:** Sindrom metabolik, kadar asam urat serum, intensitas aktivitas fisik

### ABSTRACT

#### THE ASSOCIATION BETWEEN INTENSITY OF PHYSICAL ACTIVITY AND SERUM URIC ACID LEVELS IN METABOLIC SYNDROME POPULATION

**Background:** WHO estimated that the prevalence of metabolic syndrome was occurred in 23% of male population and 12% of female population in the world. Hyperuricemia had a strong relationship with each component of metabolic syndrome. Earlier studies reported that physical activity played an important role to prevent hyperuricemia.

**Aim:** To find out the association between intensity of physical activity and serum uric acid levels in metabolic syndrome population.

**Methods:** This study was an observational analytic study with cross-sectional design. This study was conducted in RW X, Padangsari, Banyumanik, Semarang in a population based sample aged over 40. The collected data are subject characteristics, serum uric acid levels, and

intensity of physical activity. Global physical activity questionnaire (GPAQ), developed by WHO, was used to determine the intensity of physical activity. The Spearman test and chi-square test were used for the statistical analyses.

**Results:** The data showed that 40,6% of 32 subjects with metabolic syndrome had light physical activity, 25% had moderate physical activity and 34,4% had vigorous physical activity. The examination of serum uric acid levels showed that 40,6 % of them had high serum uric acid levels. The Spearman test showed a moderate degree positive correlation between intensity of physical activity and serum uric acid levels ( $r=0,491$ ;  $p=0,004$ ). The chi-square test showed a significant relationship between intensity of physical activity categories and serum uric acid levels categories ( $p=0,023$ ; prevalence ratio 4,17).

**Conclusions:** There was a positive correlation with a moderate degree between intensity of physical activity and serum uric acid levels in metabolic syndrome population.

**Keywords:** Metabolic syndrome, serum uric acid levels, intensity of physical activity

## PENDAHULUAN

Sindrom metabolik (SM) merupakan masalah kesehatan masyarakat yang menyebabkan morbiditas dan mortalitas bermakna. Beberapa organisasi dunia merekomendasikan kriteria klinik untuk diagnosis sindrom metabolik. Menurut NCEP ATP III, diagnosis sindrom metabolik dapat ditegakkan jika ditemukan tiga dari lima faktor risiko, yaitu peningkatan ukuran lingkaran pinggang  $>80$  cm pada wanita dan  $>90$  cm pada pria, peningkatan trigliserid  $\geq 150$  mg/dl, penurunan HDL-C  $\leq 50$  mg/dl pada wanita dan  $\leq 40$  mg/dl pada pria, peningkatan tekanan darah, sistolik  $\geq 130$  mmHg dan diastolik  $\geq 85$  mmHg, peningkatan gula darah puasa  $\geq 110$  mg/dl.<sup>1,2,3</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Cameron dkk menunjukkan bahwa prevalensi sindrom metabolik di seluruh dunia sebesar 15-30%, sebagian besar terdapat di negara berkembang. Menurut *World Health Organization* (WHO), SM terjadi pada 23% pada populasi pria dan 12% pada populasi wanita.<sup>4</sup>

Hiperurisemia merupakan keadaan peningkatan pembentukan atau penurunan ekskresi asam urat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hiperurisemia berhubungan kuat dengan masing-masing komponen sindrom metabolik yaitu obesitas sentral, hipertrigliserid, dislipidemia dan hipertensi.<sup>5-9</sup>

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa aktivitas fisik moderat berperan penting untuk mencegah hiperurisemia pada individu obesitas, mencegah peningkatan berat badan, dan meningkatkan keseimbangan metabolisme tubuh.<sup>10-12</sup> Penelitian lainnya menyatakan

bahwa aktivitas fisik dapat menurunkan prevalensi sindrom metabolik melalui peningkatan metabolisme otot, mencegah diabetes melitus, dislipidemia, dan hipertensi yang merupakan komponen sindrom metabolik.<sup>2, 13-15</sup>

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum pada populasi sindrom metabolik.

## **METODE**

Jenis penelitian ini adalah observasional analitik yang menggunakan rancangan belah lintang dengan masyarakat kelompok umur 40 tahun dengan sindrom metabolik sebagai subjek penelitian. Penelitian ini telah dilaksanakan di wilayah RW X, Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik, Semarang pada bulan Januari 2015.

Sampel penelitian adalah masyarakat kelompok umur 40 tahun dengan sindrom metabolik di wilayah RW X, Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik Semarang yang memenuhi kriteria yaitu hasil pemeriksaan subjek menunjukkan minimal terdapat 3 komponen sindrom metabolik dan bersedia diikutsertakan dalam penelitian ini. Apabila subjek penelitian diketahui mengonsumsi obat penurun kadar asam urat serum secara rutin dan mengonsumsi bahan makanan atau minuman yang mengandung kafein sehari sebelum penelitian, maka tidak diikutsertakan dalam penelitian.

Berdasarkan perhitungan besar sampel untuk uji korelasi dengan besar koefisien korelasi 0,5; nilai  $\alpha=0,05$  dan nilai  $\beta=0,2$ ; besar sampel yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah minimal 30 orang kelompok usia lebih dari 40 tahun dengan sindrom metabolik.

Varibael bebas penelitian adalah intensitas aktivitas fisik yang dinilai dengan kuesioner aktivitas fisik global. Kuesioner ini dikembangkan oleh WHO dengan menilai beberapa aspek yaitu aktivitas bekerja sehari-hari, perjalanan dari dan menuju tempat kerja, aktivitas rekreasi dan kebiasaan malas-malasan. Aspek ini selanjutnya dikonversi dalam *metabolic equivalent of task* (MET) dan dikategorikan berdasarkan total aktivitas fisik yang dilakukan selama satu minggu. Kategori tersebut yaitu tinggi apabila intensitas aktivitas fisik >3000 MET-menit/minggu, sedang apabila 600 – 3000 MET-menit/minggu, dan rendah apabila <600 MET-menit/minggu. Variabel terikat penelitian adalah kadar asam urat serum yang diukur melalui pengambilan sampel darah vena dan dikategorikan berdasarkan nilai normal asam urat serum, dikatakan tinggi apabila >6 mg/dl pada wanita dan >7 mg/dl pada

pria. Variabel perancu pada penelitian ini adalah umur, jenis kelamin, diet tinggi purin, konsumsi kafein dan obat-obatan.

Uji hipotesis untuk korelasi antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum diuji dengan uji korelasi Spearman karena didapatkan distribusi data tidak normal. Hubungan antara kategori intensitas aktivitas fisik dan variabel perancu dengan kategori kadar asam urat serum dianalisis dengan uji *chi-square*. Pengaruh variabel perancu masing-masing dianalisis hubungannya dengan kadar asam urat serum, apabila didapatkan hasil yang bermakna selanjutnya dianalisis dengan uji regresi logistik.

## HASIL

Penelitian ini telah dilakukan pada masyarakat kelompok usia lebih dari 40 tahun dengan sindrom metabolik di wilayah RW X, Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik Semarang. Cara pemilihan sampel dengan *purposive sampling* berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Penelitian ini dilakukan pada 32 sampel penelitian.

### Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik subjek penelitian ditampilkan dalam Tabel 1

**Tabel 1.** Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Rerata $\pm$ SB (min - maks)	Median	n (%)
Umur (tahun)	57,34 $\pm$ 8,40 (41-76 )		
Jenis kelamin			
- Perempuan			23 (71,9%)
- Laki-laki			9 (28,1%)
Tekanan darah(mmHg)			
Sistolik	161,75 $\pm$ 21,82 (124-218)		
- Normal			0%
- Pre hipertensi			5 (15,62%)
- Hipertensi derajat I			13 (40,62%)

- Hipertensi derajat II			14 (43,76%)
Diastolik	87,97 ± 13,56 (60-125)		
- Normal			8 (25,00%)
- Pre hipertensi			10 (31,25%)
<b>Karakteristik</b>	<b>Rerata ± SB (min - maks)</b>	<b>Median</b>	<b>n (%)</b>
- Hipertensi derajat I			9 (28,12%)
- Hipertensi derajat II			5 (15,63%)
Sistolik dan diastolic			
- Normal			0%
- Pre hipertensi			3 (9,37%)
- Hipertensi derajat I			4 (12,50%)
- Hipertensi derajat II			5 (15,63%)
Lingkar pinggang (cm)	91,42 ± 9,37 (67-112)		
- Normal			3 (9,4%)
- Meningkat			12 (37,5%)
- Meningkat tajam			17 (53,1%)
Kolesterol HDL (mg/dl)	41,75 ± 8,23 (29-61)		
- Normal			5 (15,62%)
- Rendah			27 (84,38%)
Trigliserid (mg/dl)	158,50 ± 72,60 (43-350)		
- Meningkat			17 (53,13%)
- Normal			15 (46,87%)
Gula darah puasa (mg/dl)		102,00	

- Meningkatkan			13 (40,62%)
- Normal			19 (59,38%)
IMT ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	27,14 $\pm$ 3,65 (18,72-34,63)		
Status gizi			
- Dibawah normal			0%
- Normal			4 (12,5%)
- Berat badan berlebih			4 (12,5%)
- Obesitas I			17 (53,1%)
- Obesitas II			7 (21,9%)
Riwayat merokok			
- Ya			4 (12,5%)
- Tidak			28 (87,5%)
Konsumsi obat-obatan			
- Ya			3 (9,4%)
- Tidak			29 (90,6%)
Konsumsi tinggi purin			
- Ya			12(37,5%)
- Tidak			20 (62,5%)

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

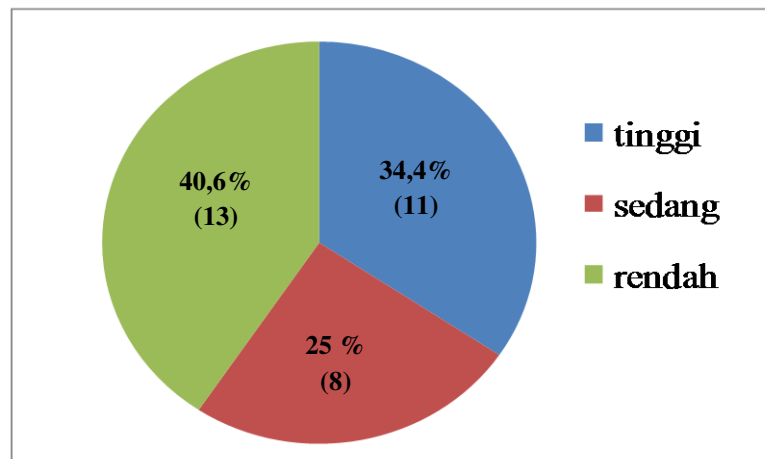
### Pemeriksaan Intensitas Aktivitas Fisik

Hasil pemeriksaan intensitas aktivitas fisik ditampilkan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Intensitas aktivitas fisik

Pemeriksaan	Median $\pm$ SB (min - maks)
Intensitas aktivitas fisik (MET)	1220,00 $\pm$ 4968,67 (10-19200)

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



**Gambar 1.** Diagram lingkaran kategori intensitas aktivitas fisik

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa dari 32 subjek penelitian, didapatkan 13 subjek (40,6%) memiliki intensitas aktivitas fisik rendah, 8 subjek (25,0%) sedang, dan 11 subjek (34,4%) memiliki intensitas aktivitas fisik tinggi.

### Pemeriksaan Kadar Asam Urat Serum

Hasil pemeriksaan kadar asam urat serum ditampilkan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Pemeriksaan kadar asam urat serum

Pemeriksaan	Rerata ± SB (min - maks)
Kadar asam urat serum (mgdl)	5,85± 1,67(2,9-9,4)

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



**Gambar 2.** Diagram lingkaran kategori kadar asam urat serum

Hasil pemeriksaan kadar asam urat serum menunjukkan tidak adanya subjek dengan kadar asam urat serum yang rendah. Sebanyak 19 subjek (59,4%) memiliki kadar asam urat serum normal, dan 13 subjek (40,6%) memiliki kadar asam urat serum yang tinggi.

**Korelasi antara Intensitas Aktivitas Fisik dan Kadar Asam Urat Serum**

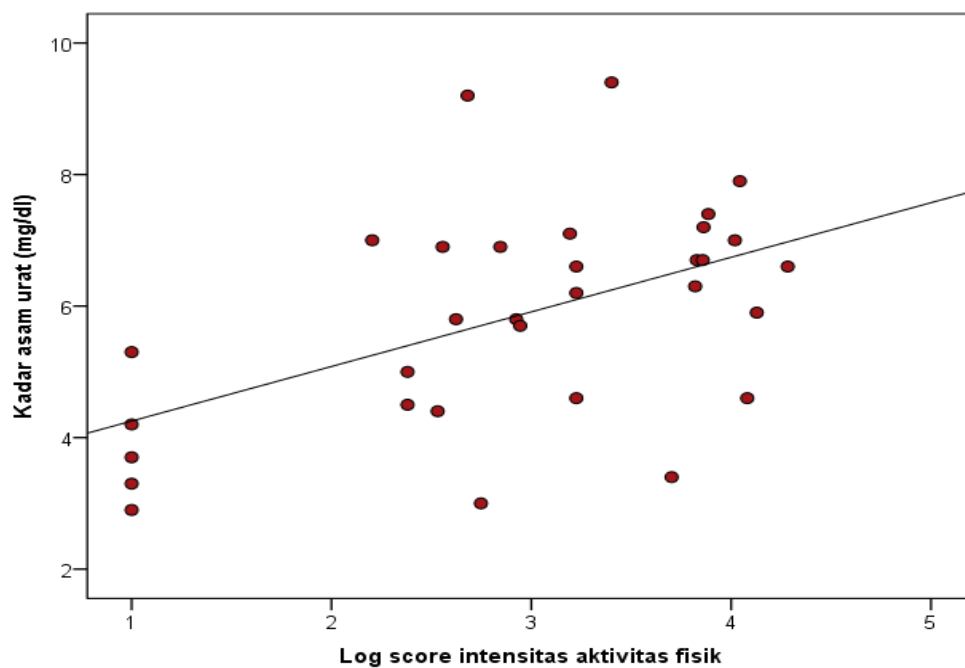
Korelasi antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum ditampilkan dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Korelasi antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum

	Intensitas aktivitas fisik	
<b>Kadar asam urat serum</b>	<i>R</i>	0,491
	<i>p</i>	0,004
	<i>n</i>	32

*r* = koefisien korelasi; *p*=nilai kebermaknaan; *n*=jumlah subjek

Tabel 4 menunjukkan adanya korelasi positif bermakna antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum (*p*=0,004). Derajat korelasi antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum termasuk kategori korelasi derajat sedang (*r*=0,491).



**Gambar 3.** Diagram baur hubungan antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat



**Tabel 5.** Korelasi antara kategori intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum

		Kadar asam urat serum				<i>P</i>	RP (95% CI)
		Tinggi		Normal			
		N	%	N	%		
Intensitas aktivitas fisik	Tinggi	9	81,8%	2	18,2%	0,023	2,56 (1,099-5,99)
	Sedang	6	75%	2	25%		
	Rendah	4	30,8%	9	69,2%		
Total		19	59,38%	13	40,62%		

*p*= nilai kebermaknaan; *n*=jumlah subjek; RP=rasio prevalensi

Berdasarkan hasil uji Pearson *chi-square* diperoleh nilai  $p < 0,023$ , yang berarti terdapat hubungan bermakna antara kategori intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum dengan rasio prevalensi 2,56. Hal tersebut mengindikasikan bahwa intensitas aktivitas fisik sedang sampai tinggi memberikan risiko 2,56 kali terhadap angka kejadian kadar asam urat tinggi (hiperurisemia).

#### Pengaruh variabel perancu

Analisis variabel perancu seperti umur, jenis kelamin, konsumsi purin, dan obat-obatan, masing-masing diuji hubungannya dengan kadar asam urat serum dan diperoleh hasil tidak ada hubungan bermakna antara variabel perancu dan kadar asam urat serum pada penelitian ini.

#### PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis statistik dengan uji Spearman didapatkan hubungan yang bermakna dengan korelasi derajat sedang antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum pada populasi sindrom metabolik. Analisis juga dilakukan pada kategori intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum menggunakan uji Pearson *chi-square* yang menunjukkan hubungan bermakna antara kedua kategori tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Nishida dkk menyebutkan bahwa aktivitas fisik sedang memiliki hubungan yang bermakna dengan kadar asam urat yang rendah pada populasi laki-laki dengan obesitas. Berbeda dengan hasil penelitian eksperimental yang dilakukan oleh Beavers dkk, 2014 yang menyebutkan bahwa subjek dengan intervensi aktivitas fisik sedang selama 12 bulan memiliki risiko peningkatan asam urat 4,8% (0,24 mg/dl) jika dibandingkan

dengan subjek tanpa intervensi aktivitas fisik. Lain halnya dengan Paul T William, 2008 melakukan penelitian pada pelari nasional yang memiliki intensitas aktivitas fisik tinggi memiliki risiko 50% sampai 65% lebih rendah untuk terkena penyakit gout.<sup>12, 14, 63</sup>

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan hasil yang beragam. Aktivitas fisik sedang yang akut dapat meningkatkan asam urat sistemik karena menginduksi produksi radikal bebas, 8-iso-prostaglandin F<sub>2</sub> yang merupakan biomarker lipid peroksida, sehingga terjadi kompensasi untuk mencegah kerusakan jaringan akibat radikal bebas berupa peningkatan asam urat serum.<sup>11,16-18</sup>

Penelitian Nishida dkk menyebutkan bahwa aktivitas fisik sedang pada subjek dengan obesitas dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan meningkatkan volume urin sehingga berakibat menurunkan kadar asam urat serum. Di samping itu, latihan dengan intensitas sedang diketahui tidak melewati batas ambang anaerobik sehingga tidak menyebabkan degradasi nukleotida purin yang bermakna.<sup>19, 20-22</sup>

Hubungan hiperurisemia dengan komponen sindrom metabolik, di antaranya peningkatan ukuran lingkaran pinggang, hipertensi, intoleransi glukosa, peningkatan trigliserid dan penurunan kolesterol HDL dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Peningkatan ukuran lingkaran pinggang pada obesitas sentral melibatkan leptin, suatu hormon yang diproduksi oleh gen OB (*obese*), diekspresikan di adiposit dan berperan memberi sinyal hipotalamus untuk meregulasi asupan makanan dan penggunaan energi.

Sebagian besar orang dengan obesitas menunjukkan resistensi leptin. Bedir dkk menyebutkan peran leptin sebagai regulator konsentrasi asam urat pada manusia.<sup>23,24</sup> Asam urat memiliki kemampuan menghambat fungsi endotelial melalui inhibisi bioavailabilitas nitrit oksida (NO) sehingga mengakibatkan vasokonstriksi sistemik yang berakibat pada meningkatnya tekanan darah.<sup>7,25,26</sup> Insulin memerlukan NO untuk stimulasi pengambilan glukosa, sehingga hiperurisemia berperan penting pada patogenesis resistensi insulin melalui inhibisi NO oleh asam urat.<sup>24, 27</sup> Studi sebelumnya menyebutkan bahwa peningkatan kadar asam urat dapat menurunkan fungsi lipid peroksidase dan lipoprotein lipase yang berperan dalam lipolisis, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya dislipidemia.<sup>27-29</sup>

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Terdapat korelasi positif bermakna dengan derajat sedang antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum pada populasi sindrom metabolik. Peneliti menyarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan kausalitas antara intensitas aktivitas fisik dan kadar asam urat serum pada populasi sindrom metabolik. Selain itu, perlu dilakukan penyuluhan mengenai pentingnya melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang untuk mencegah hiperurisemia yang merupakan salah satu prediktor kejadian sindrom metabolik.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dr. Hardian, dr. Noor Wijayahadi, M.Kes, PhD, dr. Tanjung Ayu Sumekar, Msi.Med, dr. Darmawati Ayu Indraswari, dr. Budi Laksono, seluruh staf bagian Fisiologi Fakultas kedokteran Universitas Diponegoro, dan pihak-pihak lain yang telah membantu hingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terlaksana dengan baik, serta masyarakat wilayah RW X, Kelurahan Padangsari, Kecamatan Banyumanik, Semarang yang telah bersedia menjadi subjek penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Lingga L. Program anti-X tanpa obat, sindrom X: Diabetes tipe-2, hiperkolesterolemia, dan hipertrigliserida, hipertensi, dan obesitas. Jakarta: PT Elex Media Komputindo; 2012.
2. Fam B. Association between physical activity and metabolic risk factors in adolescents. *International Journal of Preventive Medicine*. 2013;4:1011-17.
3. Expert Panel on Detection Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *Jama*. 2001;285:2486-97.
4. Cameron A, Shaw J, Zimmet P. The metabolic syndrome: prevalence in worldwide populations. 2004;33:351-75.
5. Nindita Y, Hamada H, Bahrudin U, Hosoyamada M, Ichida K, Iwai C, et al. Effect of losartan and benzbromarone on the level of human urate transporter 1 mRNA. *Arzneimittelforschung/DrugRes*. 2010;60:186-8.
6. Kanbay M, Segal M, Afsar B, Kang D, Rodriguez-Iturbe B, Johnson R. The role of uric acid in the pathogenesis of human cardiovascular disease. *Heart*. 2013;99:759-66.
7. Oliveira A, Helen Hermana Miranda Hermsdorff, Paula Guedes Cocate, Josefina Bressan, Alexandre Azevedo Novello, Eliziaria Cardoso dos Santos, et al. The impact of serum uric acid in the diagnostic of metabolic syndrome in apparently healthy Brazillian middle aged men. *Buticion Hospitalaria*. 2014;30:562-9.

8. Liu M, Yao He, Bin Jiang, Lei wu, Shanshan Yang, Yinyan Wang, et al. Assosiation betweene Serum uric Acid Level and Metabolic Syndrome and It's Sex Difference in a Chinese Community Elderly Population. *International Lournal of Endocrinology*. 2014;2014:1-11.
9. Chang CH, Yi-Ming Chen, YaWen Chuang, Yih-Jing Tang, Wayne H-H Sheu, Der-YUn Chen. Relationship between hyperuricemia (HUC) and metabolic syndrome (MS) in institutionalized elderly men. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2009;49:46-9.
10. Jordan K, Cameron J, Snaith M. British society for rheumatology and British health profesionalns in rheumatology guideline for the management of gout. *Rheumatology*. 2007;46:1327-74.
11. Williams PT. Effect of diet, physical activity and performance and body weight on incident gout in ostensibly healthy, vigorously active men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2008;87:14807.
12. Strasser B. Physical activity in obesity and metabolic syndrome. *New York Academy of Sciences*. 2012;1281:141-59.
13. Globidi S, Azam M, Ismail L. Exercise in the metabolic syndrome. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2012;2012.
14. Cohen E, Ilan Krause, Abigail Fraser, Elad Goldberg, Moshe Garty. Hyperuricemia and metabolic syndrome: Lessons from a large cohort from Israel. *IMAJ*. 2012;14.
15. Cai Z, Xiaofeng Xu, Xiangming Wu, Ciqin Zhou, Duo Li. Hyperuricemia and the metabolic syndrome in Hangzhou. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2009;18:81-7.
16. Beavers K, Fang-Chi Hsu, Monica C.Serra, Veronica Yank, Marco Pahor, Barbara J. Nicklas. The effect of a long term physical activity intervention on serum uric acid in older adults at risk for physical disability. *J Aging Phys Act*. 2014;22:25-33.
17. Waring W, Convery A, Mishra V, Shenkin A, Webb D, Maxwell S. Uric acid reduces exercise-induced oxidative stress in healthy adults. *Clinical Science*. 2003;105:420-30.
18. 76. Mikami T, Yoshino Y, Ito A. Does a relationship exist beteen the urate pool in the body and lipid peroxidation during exercise? . *Free Radical Research*. 2000;32:31-9.
19. Nishida Y, Minako I, Yasuki H, Hiroaki T, Megumi H, Keitaro T. Influence of physical activity intensity and aerobic fitness on the anthropometric index and serum uric acid concentration in people with obesity. *Internal Medicine*. 2011;50:212128.
20. Takezo T, Noda K, Tsuji E. Adenosine activities aromatic L-amino acid decarboxylase activity in the kidney and increases dopamine. *J Am Soc Nephrol*. 2001;12:29-36.
21. Yamanaka H, Schutz Y, Ayabe M. accelerated purine nucleotide degradation by anaerobic but not by aerobic ergometer muscle exercise. *Metabolism*. 1992;41:364-9.
22. Sutton J, Toews C, Ward G. Purine metabolism during strenuous muscular exercise in man. *Metabolism*. 1980;29:254-60.
23. Berdir A, Topbas M, Tanyeri F, Alvur M, Arik N. Leptin might be a regulator of serum uric acid concentration in human. *Jpn Heart J*. 2003;44:527-36
24. Nan H. Serum uric acid and metabolic risk factor in three ethnic groups: Asian Indians and Creoles in Mauritius and Chinese in Qingdao, China. *Departement of Public Health. Finland: University of Helsinki*; 2008.
25. Mazzali M, Kanbay M, Segal M, Shafiu M, Jalal D, Feig DI, et al. Uric acid and hypertension:cause or effect? *Curr Rheumatol Rep*. 2010;12:108-17.
26. Sautin Y, Johnson R. Uric acid: the oxidant-antioxidant paradox. *Nucleosides Nucleotides Nucleic Acid*. 2008;27:608-19.

27. Nakagawa T, Hu H, Zharikov S, Tuttle KR, Short RA, Glushakova O, et al. A causal role for uric acid in fructose-induced metabolic syndrome. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2006;290:625-31.
28. Heimbach E, Bowden R, Griggs J, Beaujean A, Doyle E, Doyle R. The effect of lowering uric acid levels using allopurinol on components of metabolic syndrome. *Cardiol Res.* 2012;3:80-6.
29. Lee D, Won-Jun C, Jae-Seok O, Min-Kee YI, Sung-Woo Han, Jong-Wan Yun, et al. The relevance of hyperuricemia and metabolic syndrome and the effect of blood lead level on uric acid concentration in steelmaking workers. *Annals of Occupational and Environmental Medicine.* 2013;25:1-7.