

Original Research

HUBUNGAN MASA AKTIVITAS DI JALAN TERHADAP NILAI RERATA FVC DAN FEV1 PADA ANAK JALANAN DI KOTA SAMARINDA

Azkiah Mandarini Fakhri^a, Marwan^b, Rahmat Bakhtiar^c

^aProgram Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

^bLaboratorium Ilmu Penyakit Paru, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

^cLaboratorium Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Korespondensi : azkiahdedy@gmail.com

Abstrak

Gangguan sistem pernapasan merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas. Gangguan sistem pernapasan tidak hanya terjadi di negara maju, melainkan juga terjadi di negara berkembang dan negara miskin. Gangguan fungsi paru umumnya dapat dikelompokkan menjadi gangguan paru obstruktif dan gangguan paru restriktif. Terdapat hubungan secara langsung antara gangguan fungsi paru dengan konsentrasi debu dan lamanya pajanan. Indonesia merupakan negara dengan tingkat polusi udara ketiga tertinggi di dunia. Sekitar 70% penyebab polusi udara tersebut berasal dari emisi kendaraan bermotor. Polusi udara yang berkaitan dengan jalan raya memiliki efek buruk terhadap fungsi paru anak-anak. Anak jalanan adalah anak perempuan dan laki-laki yang menghabiskan sebagian besar waktunya untuk bekerja atau hidup di jalanan. Anak jalanan mempunyai resiko besar terpajan bahan polutan melalui saluran pernapasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan fungsi paru yang dinilai dengan nilai rerata FVC dan FEV1 pada anak jalanan di kota Samarinda dengan masa aktivitas di jalan yang berbeda. Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional menggunakan pendekatan *cross sectional*. Partisipan penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* sebanyak 33 orang. Fungsi paru dinilai dengan menggunakan alat ukur spirometer untuk mengukur FVC dan FEV1. Hasil penelitian didapatkan 69,69% (n=23) mengalami penurunan FVC dan 81,81% (n=27) mengalami penurunan FEV1. Analisis data menunjukkan terdapat perbedaan nilai rerata FVC (p=0,005) dan FEV1 (p=0,037) antara anak yang beraktivitas di jalan pada masa ≤2 tahun dan >2 tahun. Dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan fungsi paru pada anak jalanan yang beraktivitas lebih dari 2 tahun.

Kata Kunci : Gangguan fungsi paru, anak, polusi udara.

Abstract

Respiratory disorders are major cause of morbidity and mortality globally. Respiratory disorders do not only occur in developed countries, but also in developing and poor countries. Pulmonary disorders can generally be grouped into obstructive pulmonary disorders and restrictive pulmonary disorders. There is a direct relationship between impaired pulmonary function with dust concentration and duration of exposure. Indonesia is the country with the third highest level of air pollution in the world. About 70% of the causes of air pollution come from motor vehicle emissions. Air pollution associated with roadways has a devastating effect on children's lung function. Street children are girls and boys who spend most of

their time working or living on the streets. Street children are at great risk of being exposed to pollutants through the respiratory tract. This study aims to determine the difference in pulmonary function measure by the average value of FVC and FEV1 in street children with different duration of activity in Samarinda. This research was an observational analytic study using a cross sectional approach. Research participants were selected using a purposive sampling technique of 33 people. Lung function was assessed using a spirometry measuring instrument to measured FVC and FEV1. The results showed that 69.69% (n = 23) participants had decreased FVC and 81.81% (n = 27) participants had decreased FEV1. Data analysis showed that there was a difference in the mean value of FVC ($p = 0.005$) and FEV1 ($p = 0.037$) between children those who were active on the road at less than 2 years of age and those were active more than 2 years. It can be concluded that there is a decrease in lung function in street children who are active for more than 2 years.

Key words: Impaired lung function, children, air pollution.

PENDAHULUAN

Gangguan sistem pernapasan merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas baik di negara maju, berkembang, ataupun miskin. Gangguan fungsi paru umumnya dikelompokkan menjadi gangguan paru obstruktif dan gangguan paru restriktif. Gangguan paru obstruktif adalah terjadinya penyempitan diameter jalan napas sehingga menyebabkan udara lebih sulit untuk dikeluarkan (ekspirasi). Sedangkan gangguan paru restriktif adalah terjadinya penurunan kemampuan untuk memasukkan udara ke dalam paru (inspirasi) dan penurunan dari volume normal paru.¹

Gangguan fungsi paru dapat terjadi akibat faktor utama yaitu usia sebagai faktor fisiologis. Namun terdapat faktor lain, salah satunya adalah faktor lingkungan. Kondisi kualitas udara lingkungan ikut berperan terhadap kesehatan. Pada orang yang aktivitasnya bersinggungan langsung dengan jalan raya akan terpapar emisi gas buangan kendaraan bermotor dan berdampak pada fungsi paru.²

Gangguan fungsi paru yang bersifat obstruktif, restriktif, atau campuran berkaitan secara langsung dengan konsentrasi debu dan lamanya pajanan. Morbiditas dan mortalitas akibat polusi udara terutama dikaitkan dengan PM_{2,5} (partikel dengan diameter lebih kecil dari 2,5 µm) yang cukup kecil untuk menembus dalam saluran udara, dan juga ozon serta gas oksidan yang kuat.⁴

Salah satu jenis partikulat debu yang diemisikan dari aktivitas transportasi adalah PM₁₀. PM₁₀ merupakan partikulat yang berukuran lebih kecil daripada 10 milimikron. PM₁₀ terdiri dari partikel halus berukuran kecil dari 2,5 milimikron dan sebagian partikel kasar yang berukuran 2,5

milimikron sampai 10 milimikron. Partikel ini dapat terdiri dari berbagai ukuran, bentuk dan raturan bahan kimia yang berbeda. PM₁₀ diketahui dapat meningkatkan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung dan pernapasan.⁵ PM₁₀ pada konsentrasi 140 µg/m³ dapat menurunkan fungsi paru pada anak-anak, sementara pada konsentrasi 350 µg/m³ dapat memperparah kondisi penderita bronkitis.⁶

Ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernafasan. Selain mengganggu estetika, partikel berukuran kecil di udara dapat terhirup kedalam sistem pernapasan dan menyebabkan penyakit gangguan pernapasan serta kerusakan paru.⁷

Anak jalanan adalah anak perempuan dan laki-laki yang menghabiskan sebagian besar waktunya untuk bekerja atau hidup di jalanan dan tempat-tempat umum, seperti pasar, mall, terminal bus, stasiun kereta api, dan taman kota.⁸ Ciri yang melekat ketika seorang anak digolongkan menjadi anak jalanan adalah salah satunya berada di tempat umum (jalan, pasar, pertokoan, tempat hiburan) selama 3-24 jam sehari.⁹ Anak jalanan mempunyai resiko besar terpajan bahan polutan melalui saluran pernapasan dengan tidak adanya kesadaran menggunakan alat pelindung diri. Selain itu, beberapa anak diantara mereka mempunyai kebiasaan merokok yang akan memperberat fungsi paru.

Polusi udara yang berkaitan dengan jalan raya memiliki efek buruk terhadap fungsi paru anak-anak.¹⁰ Pajanan dari polusi udara dapat mengurangi hasil dari pengukuran fungsi paru pada anak sekolah.¹¹ Anak yang tinggal dalam jarak 75 meter dari jalan utama dilaporkan memiliki peningkatan risiko asma seumur hidup.¹²

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan fungsi paru yang dinilai dengan nilai rerata FVC dan FEV1 pada anak jalanan di kota Samarinda dengan masa aktivitas di jalan yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan *cross sectional* untuk mengetahui hubungan masa aktivitas anak jalanan terhadap fungsi paru di kota Samarinda. Sampel penelitian dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Jumlah sampel sebanyak 33 partisipan yang merupakan anak jalanan. Kriteria yang dipilih adalah 12-18 tahun, tidak mempunyai asma, dan tidak dalam keadaan sakit pada saat penelitian berlangsung. Penelitian ini berdasarkan persetujuan orang tua/wali dari anak jalanan.

Data penelitian merupakan data primer yang didapatkan secara langsung dari partisipan penelitian. Data tersebut berupa hasil wawancara dan kuesioner yang diajukan kepada anak jalanan di kota Samarinda. Data karakteristik partisipan yang dikumpulkan mencakup umur, jenis kelamin, lama aktivitas (jam/hari), masa aktivitas (tahun), status merokok dan derajat merokok, penggunaan APD, tinggi badan serta berat badan. Fungsi pernapasan dinilai menggunakan parameter FVC (*Forced vital capacity*/kapasitas vital paksa) dan FEV1 (*Forced expiration in 1 second*/volume ekspirasi paksa dalam 1 detik pertama) yang diukur menggunakan spirometer. Pada penelitian ini spirometer yang digunakan adalah Chestgraph HI-105. Variabel terikat (efek) dari penelitian ini adalah Nilai FVC dan FEV1 sedangkan variabel

bebas (risiko) adalah masa aktivitas yang dibagi dalam 2 kelompok, ≤ 2 tahun dan > 2 tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Karakteristik Anak Jalanan di Kota Samarinda

No	Karakteristik Anak Jalanan	N	%
1	Jenis Kelamin		
	Pria	33	100%
	Wanita	0	0%
2	Umur		
	12-15 tahun	16	48,48%
	16-18 tahun	17	51,51%
	Mean: 15,6 Std.Dev: 1,782 Min-Max: 12-18		
3	Lama aktivitas		
	≤ 8 Jam	23	69,69%
	> 8 Jam	10	30,30%
	Mean: 6,97 Std.Dev: 4,3 Min-Max: 2-24		
4	Status Gizi		
	Gizi Kurang	6	18,18%
	Gizi Baik	27	81,81%
	Mean: 18,64 Std.Dev: 3,437 Min-Max: 12,98-26,56		
5	Status Merokok		
	Tidak Merokok	7	21,21%
	Merokok	26	78,78%
6	Derajat Merokok		
	Ringan 0-199	26	100%
	Sedang 200-599	0	0%
	Berat ≥ 600	0	0%
	Mean: 42,03 Std.Dev: 45,559 Min-Max: 0-160		
7	Alat Pelindung Diri		
	Tidak	33	100%
	Ya	0	0%

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Umur terhadap FVC dan FEV1

Umur	FVC			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
12-15 Tahun	12	36,36%	4	12,12%
16-18 Tahun	11	33,33%	6	18,18%

	FEV1			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
12-15 Tahun	14	42,42%	2	6,06%
16-18 Tahun	12	36,36%	5	15,15%

Kedua kelompok umur menunjukkan penurunan FVC dan FEV1. Kelompok umur 12-15 tahun berjumlah 16 orang, dimana 12 orang mengalami penurunan FVC dan 14 orang mengalami penurunan FEV1. Sedangkan pada kelompok umur 16-18 tahun berjumlah 17 orang, dimana 11 orang mengalami penurunan FVC dan 12 orang mengalami penurunan FEV1.

Anak pada usia 11-18 tahun normalnya memiliki nilai rata-rata FVC sebesar 3,93 L dan rata-rata FEV1 sebanyak 3,62 L.¹⁴ Secara fisiologis pada masa anak-anak terjadi perkembangan FVC yang melampaui FEV1 selanjutnya pada usia 13-16 tahun FEV1 akan mengalami kenaikan.¹⁵ Setelah mengalami fase kenaikan akan diikuti fase penurunan terus menerus hingga usia tua.¹⁶

Anak-anak lebih aktif dan terlibat dalam lebih banyak kegiatan di luar ruangan. Mereka bernapas lebih cepat dan laju metabolisme mereka lebih tinggi dibandingkan pada orang dewasa. Sistem kekebalan anak-anak belum sepenuhnya berkembang, dan dengan demikian kejadian infeksi pernapasan akan semakin tinggi.¹⁷

Polusi udara berkorelasi secara signifikan secara statistik dan fisiologis terhadap penurunan fungsi paru. Penurunan fungsi yang terjadi di awal kehidupan dewasa pada akhirnya dapat meningkatkan risiko kronis pada penyakit pernapasan.¹⁸

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Lama Aktivitas terhadap FVC dan FEV1

Lama Aktivitas	FVC			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
> 8 jam	6	18,18%	4	12,12%
≤ 8 jam	16	48,48%	7	21,21%

	FEV1			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
> 8 jam	9	27,27%	1	3,30%
≤ 8 jam	17	51,51%	6	18,18%

Kelompok responden yang beraktivitas >8 jam perhari adalah sebanyak 10 orang, dimana 6 orang mengalami penurunan FVC dan 9 orang mengalami penurunan FEV1. Sedangkan pada kelompok responden yang beraktivitas di jalan ≤ 8 jam berjumlah 23 orang, dimana 16 orang mengalami penurunan nilai FVC dan 17 orang mengalami penurunan FEV1.

Semakin lama seseorang menghabiskan waktu untuk bekerja di area kerjanya, maka semakin lama pula paparan polutan yang diterimanya, sehingga kemungkinan untuk terjadinya gangguan fungsi paru akan semakin besar.¹⁹ Polusi udara dekat jalan raya berhubungan dengan penurunan nilai FVC dan FEV1 dengan nilai estimasi pengurangan pada FVC sekitar 2%.⁴

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Status gizi terhadap FVC dan FEV1

Status Gizi	FVC			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
Gizi Kurang	5	15,15%	1	3,30%
Gizi Baik	18	54,54%	9	27,27%

	FEV1			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
Gizi Kurang	6	18,18%	0	0,00%
Gizi Baik	21	63,63%	6	18,18%

Kelompok responden dengan gizi kurang adalah sebanyak 6 anak, dimana 5 anak mengalami penurunan FVC dan seluruh responden dengan gizi kurang mengalami penurunan FEV1. Sedangkan kelompok dengan gizi baik, terdapat 18 dari 27 anak mengalami penurunan FVC dan 21 anak mengalami penurunan FEV1. Tidak terdapat anak dengan kategori gemuk maupun obesitas.

FVC dan FEV1 dipengaruhi oleh tinggi badan karena parameter tersebut sebanding dengan ukuran tubuh.²⁰ Individu dengan postur yang lebih tinggi memiliki kapasitas paru-paru yang lebih besar, volume paru-paru akan menurun pada tingkat yang lebih individu lebih pendek saat mereka bertambah tua.²¹

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Status Merokok terhadap FVC dan FEV1

Status Merokok	FVC			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
Merokok	16	48,48%	10	30,30%
Tidak	7	21,21%	0	0,00%

	FEV1			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
> 2 tahun	18	54,54%	2	6,06%
≤ 2 tahun	9	27,27%	4	12,12%

Merokok	21	63,63%	5	15,15%
Tidak	6	18,18%	1	3,30%

Kelompok responden yang merokok mengalami penurunan FVC sebanyak 16 dari 26 sampel sedangkan untuk nilai FEV1 21 dari 26 sampel yang mengalami penurunan. Sedangkan pada kelompok responden yang tidak merokok seluruhnya mengalami penurunan nilai FVC sedangkan untuk nilai FEV1 responden yang mengalami penurunan adalah 6 dari 7 sampel.

Merokok dikaitkan dengan obstruksi pernapasan ringan dan penurunan pertumbuhan fungsi paru pada anak. Pada anak laki-laki yang merokok 5 batang per hari atau lebih memiliki nilai pertumbuhan FVC dan FEV1 lebih lambat 0,20 persen dibanding dengan anak laki-laki yang tidak merokok.²² Remaja perokok dikaitkan dengan peningkatan hambatan jalan napas perifer yang menunjukkan perkembangan obstruksi aliran udara bahkan dari durasi merokok yang singkat.²³

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Masa Aktivitas terhadap FVC dan FEV1

Masa Aktivitas	FVC			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
> 2 tahun	18	54,54%	2	6,06%
≤ 2 tahun	5	15,15%	8	24,24%

	FEV1			
	Rendah		Normal	
	n	%	n	%
> 2 tahun	18	54,54%	2	6,06%
≤ 2 tahun	9	27,27%	4	12,12%

Kelompok responden dengan masa aktivitas di jalan >2 tahun mengalami penurunan FVC dan

FEV1 18 anak. Sedangkan kelompok dengan masa aktivitas di jalan ≤ 2 tahun yang mengalami penurunan fungsi FVC sebanyak 5 anak dan penurunan FEV1 sebanyak 9 anak.

Masa aktivitas di lingkungan yang dekat dengan jalan raya mampu mempengaruhi fungsi paru. Terdapat defisit pertumbuhan paru bila terpapar polusi udara selama 3 tahun pada masa anak-anak.²⁴ Meskipun tidak jelas apakah penurunan bersifat permanen, penelitian sebelumnya telah melaporkan jangka panjang penurunan dalam fungsi paru-paru yang terkait dengan polutan udara.²⁵

Tabel 7. Nilai Statistik FVC dan FEV1 Berdasarkan Masa Aktivitas di Jalan pada Anak Jalanan di Kota Samarinda

Masa Aktivitas	FVC		t-test
	Mean	SD	
> 2 tahun	2545,5 ml	721,63	0,005
≤ 2 tahun	3273,85 ml	587,34	
	FEV1		t-test
	Mean	SD	
> 2 tahun	2141,5 ml	676,46	0,037
≤ 2 tahun	2666,15 ml	674,17	

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui perbedaan nilai rata-rata FVC pada kedua kelompok adalah sebesar 728,346 ml dimana nilai rata-rata sampel dengan masa aktivitas > 2 tahun lebih rendah dibandingkan sampel dengan masa aktivitas ≤ 2 tahun. Sedangkan, perbedaan nilai rata-rata FEV1 pada kedua kelompok adalah sebesar 524,654 ml dimana nilai rata-rata sampel dengan masa aktivitas > 2 tahun lebih rendah dibandingkan sampel dengan masa aktivitas ≤ 2 tahun.

Hasil analisis statistik menunjukkan terdapat perbedaan antara masa aktivitas di jalan terhadap nilai rerata FVC ($p = 0,005$) dan FEV1 ($p = 0,037$). Semakin lama seorang anak jalanan beraktivitas di jalan maka nilai rerata FVC dan FEV1 akan mengalami penurunan.

Penurunan fungsi yang terjadi di awal kehidupan dewasa pada akhirnya dapat meningkatkan risiko kronis pada penyakit pernapasan.²⁸

Anak jalanan kota Samarinda memiliki tingkat kesadaran akan kesehatan yang sedikit, dapat dinilai dari fakta lapangan bahwa tidak ada satupun dari anak jalanan yang menggunakan penutup mulut maupun hidung saat beraktivitas di dekat jalan raya yang terpapar zat buangan kendaraan bermotor.

Fungsi paru dapat berubah-ubah akibat sejumlah faktor non pekerjaan seperti usia, jenis kelamin, status gizi, kebiasaan merokok, serta kondisi kesehatan.²⁶

SIMPULAN

Nilai rerata FVC pada anak jalanan yang beraktivitas >2 tahun mengalami penurunan dan terdapat perbedaan yang bermakna ($p=0,005$) antara anak jalanan yang beraktivitas ≤ 2 tahun dan >2 tahun dengan selisih nilai rerata FVC sebanyak 728,346 ml pada kedua kelompok.

Nilai rerata FEV1 pada anak jalanan yang beraktivitas >2 tahun mengalami penurunan dan terdapat perbedaan yang bermakna ($p=0,037$) antara anak jalanan yang beraktivitas ≤ 2 tahun dan >2 tahun dengan selisih nilai rerata FEV1 sebanyak 524,654 ml pada kedua kelompok.

DAFTAR PUSTAKA

1. Guyton, A. C., & Hall, J. E. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC. 2007.
2. Pinugroho, B. S., & Kusumawati, Y. Hubungan Usia, Lama Paparan Debu, Penggunaan APD, Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Fungsi Paru Tenaga Kerja Mebel di Kec. Kalijambe Sragen. *Jurnal Kesehatan*. 2017;10(2):38.
3. Jerrett, M., Burnett, R., Pope, C., Ito K., Thurston G., Krewski D., et al. Long-Term Ozone Exposure and Mortality. *N Engl J Med*. 2009;360:1085-95.
4. Zeng, X.-W., Qian, Z., Vaughn, M. G., Nelson, E. J., Dharmage, S. C., Bowatte, G., et al. Positive Association Between Short-Term Ambient Air Pollution Exposure and Children Blood Pressure in China-Result From The Seven Northeast Cities (SNEC). *Environmental Pollution*. 2017;224:98-705.
5. Huboyo, S., & Sutrisno, H. Analisis Konsentrasi Particulate Matter 10 (PM10) pada Udara di Luar Ruang (Studi Kasus: Stasiun Tawang-Semarang). *Teknik*. 2012;30(1):44-48.
6. Alves, C. A., Vicente, A. M., Custodio, D., Cerqueira, M., Nunes, T., Pio, C., et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Derivatives (Nitro-Pahs, Oxygenated Pahs and Azaarenes) in PM_{2,5} From Southern European Cities. *Science of the Total Environment*. 2017; 595:494-04.
7. Suharto, E. *Kebijakan Sosial Sebagai Kebijakan Publik*. Bandung: Alfabeta. 2008.
8. Mulandar, S. *Dehumanisasi Anak Marjinal : Berbagai Pengalaman Pemberdayaan*. Bandung: Akatiga dan Yayasan Gugus Analisa. 1996.
9. Urman, R., McConnell, R., Islam, T., Avol, E. L., Lurmann, F. W., Vora, H., et al. Associations of Children's Lung Function with Ambient Air Pollution: Joint Effects of Regional and Near-Roadway Pollutants. *Thorax*. 2014; 69(6):540-547.
10. Gehring, U., Gruzieva, O., Agius, R. M., Beelen, R., Custovic, A., Cyrus, J., et al. Air Pollution Exposure and Lung Function in Children: The ESCAPE Project. *Environmental Health Perspectives*. 2013; 121(11-12):1357-1364.
11. McConnell, R., Berhane, K., Yao, L., Jerrett, M., Lurmann, F., Gilliland, F., et al. Traffic, Susceptibility, and Childhood Asthma. *Environ Health Perspect*. 2006; 114(5):766-772.
12. Feng, K., Chen, L., Han, S.-M., & Zhu, G.-J. Spirometric standards for Healthy Children and Adolescents of Korean Chinese in Northeast China. *Journal of Korean Medical Science*. 2011; 26(11):1469-1473.
13. Quanjer, P., Stanojevic, S., Stocks, J., Hall, G., Prasad, K., Cole, T., et al. Changes in The FEV1/FVC Ratio During Childhood and Adolescence: An Intercontinental Study. *Eur Respir*. 2010; 36:1391-1399.
14. Lutfi, M. F. The Physiological Basis and Clinical Significance of Lung Volume Measurement. *Multidiscip Respir Med*. 2017; 12(3).
15. Martinez, R., Padilla, R. P., Fernandez, G. O., Alvarado, L. M., Maclas, H., Fortoul, T., et al. Lung Function Growth in Children with Long-Term Exposure to Air Pollutants in Mexico City. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2007;176(4):377-384.

16. Gauderman, W. J., McConnel, R., Gilliland, F., London, S., Thomas, D., Avol, E., et al. Association between air Pollution and Lung Function Growth in Southern California Children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2000; 162(4 Pt 1):1383-1390.
17. Sholihati, N., Suhartono, & Yunita, N. Hubungan Masa Kerja dan Penggunaan APD dengan Gangguan Fungsi Paru pada Penyapu Jalanan di Ruas Jalan Tinggi Pencemaran Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* . 2017; 5(5):776-789.
18. Quanjer, P. H., Capderou, A., Mazicioglu, M. M., Aggarwal, A. N., Banik, S. D., Popovic, S., et al. All-age Relationship Between arm Span and Height in Different Ethnic Group. *European Respiratory Journal*. 2014; 44:905-912.
19. Setiyawan, A. *Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Volume Ekspirasi Paksa Detik Pertama pada Mahasiswa. Thesis*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Fakultas Ilmu Kesehatan, Surakarta. 2015.
20. Gold, D. R., Wang, X., Wypij, D., Speizer, F. E., Ware, J. H., & Dockery, D. W. Effect of Cigarette Smoking on Lung Function in Adolescent Boys and Girls. *The New England Journal of Medicine*. 1996; 335:931-937.
21. Thacher, J. D., Schultz, E. S., Hallberg, J., Hellberg, U., Kull, I., Thunqvist, P., et al. Tobacco Smoke Exposure in Early Life and Adolescent in Relation to Lung Function. *Eur Respir J* . 2018; 51(6)1702111.
22. Perez, L., Rapp, R., & Kunzli, N. The Year of The Lung: outdoor air pollution and lung health. *Swiss Medical Weekly* . 2010; 140: w 13129.
23. Gauderman, W., Avol, E., Gilliland, F., Vora, H., Thomas, D., Berhane, K., et al. The Effect of Air Pollution on Lung Development from 10 to 18 Years of Age. *N Engl J Med*. 2004; 351:1057-1067.
24. Harrington, J.M., & Gill F. S.. *Buku Saku KESEHATAN KERJA*. Jakarta. 2005.