

PERBANDINGAN NILAI ARUS PUNCAK EKSPIRASI PADA LANSIA WANITA YANG RUTIN BERENANG DAN YANG TIDAK RUTIN BERENANG

Nadiya Arawinda Andar¹, Darmawati Ayu Indraswari², Aras Utami³

¹ Mahasiswa Program S-1 Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

² Staf Pengajar Ilmu Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

³ Staf Pengajar Ilmu Kedokteran Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
JL. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. 02476928010

ABSTRAK

Latar Belakang: Fungsi paru pada lansia dapat dipertahankan dan ditingkatkan dengan berenang rutin dan parameter fungsi paru yang mudah digunakan adalah Arus Puncak Ekspirasi (APE). Berenang lebih dari 30 menit adalah salah satu contoh latihan aerobik yang mudah dan tidak berat sehingga dapat menjadi salah satu alternatif latihan yang cocok untuk diterapkan pada lansia

Tujuan : Membuktikan aktivitas berenang rutin berpengaruh terhadap nilai APE pada komunitas renang lansia.

Metode : Desain penelitian yang digunakan merupakan penelitian observasional analitik dengan rancangan belah lintang. Subjek penelitian berjumlah 46 lansia di Semarang yang diukur APE dengan alat *peak flow meter* dibandingkan dengan kelompok yang rutin berenang dan tidak rutin berenang atau tidak berenang. Uji statistik menggunakan uji t- tidak berpasangan

Hasil: Rerata arus puncak ekspirasi (APE) pada subjek di penelitian ini adalah $223,48 \pm 109,02$ l/mnt dengan nilai APE tertinggi adalah 450 l/mnt dan terendah adalah 60 l/mnt. Nilai APE pada kelompok yang rutin berenang menunjukkan hasil yang lebih tinggi yaitu dengan rerata 150 l/mnt. Uji beda menggunakan Mann Whitney digunakan karena distribusi data nilai APE tidak normal, menunjukkan $p = <0,001$

Kesimpulan: pada penelitian ini terdapat perbedaan bermakna nilai APE antara lansia rutin berenang dan tidak rutin berenang.

Kata kunci: Arus Puncak Ekspirasi, lansia, rutin berenang

ABSTRACT

COMPARISON PEAK EXPIRATORY FLOW RATE TO ELDERLY WOMAN ROUTINE SWIMMING AND NOT ROUTINE SWIMMING

Background: routine swimming can maintain and improve lung function and the easy parameter to measure it is Peak Expiratory Flow Rate (PEFR).

Swimming for more than 30 minutes is one example of aerobic exercise that is easy and not arduous so it can be alternative exercise that is suitable to be applied to the elderly

Aim: Proving routine swimming activity has an effect on the PEFR value in the elderly swimming community.

Methods: The design of this study was an observational analytic using cross sectional. Research subjects amounted to 46 elderly in Semarang which is measured PEFR with peak flow meter tool is distinguished by the group that routinely swims and does not routinely swim. Independent t-test was applied for statistical analysis.

Results: The average of PEFR in the subjects in this study was 223.48 ± 109.02 l / mnt with the highest PEFR value was 450 l / mnt and the lowest was 60 l / mnt. The value of PEFR in

the group that routinely swim showed higher result that is 150 l / min. Tests using Mann Whitney were used because the data distribution of APE values was not normal, showing $p = <0.001$

Conclusion: there is significant differences in the value of PEFR between routine swimmers and not routine swimmers.

Keywords: PEFR, Skipping exercise

PENDAHULUAN

Manusia saat semakin bertambah tua usia, rata rata akan mengalami keluhan kesehatan yang semakin bertambah banyak. Sebanyak 48,49% lansia mengeluhkan kondisi kesehatannya yang memburuk.^{1,2} Paru berfungsi sebagai alat pernafasan manusia. Paru berperan penting dalam menjaga fungsi normal sel dalam tubuh manusia, yang merupakan organ vital yang mengatur pemakaian O_2 dan pengeluaran CO_2 .³ Paru memiliki kemampuan kapasitas yang baik untuk menjaga ketahanan fisik dan kesegaran jasmani yang optimal. Agar tetap menjaga kemampuan kapasitas vital paru yang baik dan maksimal maka di perlu dilakukan beberapa kegiatan diantaranya adalah olahraga.^{4,5} Berbagai macam parameter kesehatan untuk mengukur status kesehatan, dimana kesehatan respirasi merupakan salah satu parameter dari kesehatan tubuh manusia.

Seseorang yang bertambah tua setelah mencapai titik maksimal lalu

kemudian menyusut karena jumlah sel berkurang diikuti perubahan bentuk jaringan massa otot yang menyebabkan beberapa fungsi-fungsi organ dan kemampuan otot. Massa otot akan mencapai maksimal pada usia sekitar 25 tahun dan massa otot akan menurun mencapai 45% setelah melewati usia 50 tahun, dalam tiga dekade berikutnya. Menurunnya massa otot mempengaruhi otot pernafasan sehingga fungsi sistem pernafasan mulai berkurang.^{6,7}

Gaya hidup merupakan bagian yang memiliki pengaruh besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia salah satunya adalah kesehatan.⁸ Dengan melakukan olah raga yang teratur dan baik, akan terjadi suatu proses reaksi adaptasi dari berbagai organ.⁴ Olahraga dengan kapasitas pernapasan yang maksimal akan meningkatkan kemampuan pernapasan dua kali lipat daripada saat beristirahat ataupun tidak olah raga. Renang juga merupakan salah satu olahraga aerobik yang terbilang cukup efisien dan mendapat banyak manfaat karena melibatkan seluruh

otot utama tubuh dan memberikan hasil keseluruhan.⁹

Hasil beberapa studi bahwa berenang dapat peningkatan kemampuan ekspirasi, mengurangi keparahan asma dan *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* (COPD) atau Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) yang merupakan sekumpulan penyakit paru-paru.¹⁰

Renang juga merupakan salah satu olahraga aerobik yang terbilang cukup efisien dan mendapat banyak manfaat karena melibatkan seluruh otot utama tubuh dan memberikan hasil keseluruhan.⁹

Rata-rata kapasitas vital paru sebelum berenang adalah 1366 ml. Rata-rata kapasitas vital paru sesudah berenang adalah 1460 ml.¹¹ Sebuah studi mengatakan terdapat peningkatan 25%-75% pada kapasitas vital paru yang berenang.¹² Berenang yang dilakukan secara teratur dapat meningkatkan kapasitas vital paru.¹³

Penulis merasa perlunya dilakukan pendekatan ilmiah untuk mengetahui pengaruh olahraga terhadap sistem respirasi, yang salah satu parameternya dapat dilihat dari nilai Arus Puncak Ekspirasi (APE). Sebelumnya telah ada penelitian terhadap peningkatan nilai arus puncak ekspirasi terhadap berenang.¹³ Namun, pengaruh olahraga renang

terhadap fungsi fisiologis paru, khususnya nilai arus puncak ekspirasi pada perenang lansia belum diteliti .

METODE

Penelitian eksperimental dengan rancangan Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Penelitian ini akan dilaksanakan di kolam renang Atlantis kecamatan Semarang Selatan Semarang, kolam renang gor Jatidiri kecamatan Gajahmungkur Semarang , dan kolam renang Manunggal Jati kecamatan Pedurungan Semarang, Kolam renang Atlantis Kecamatan Semarang Timur Semarang, kolam renang paradise kecamatan semarang utara Semarang. Waktu penelitian dimulai pada bulan Agustus - September 2017. Kriteria inklusi penelitian ini usia 60 – 90 tahun dan sudah rutin renang minimal selama 1 tahun terakhir. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah Ada riwayat kelainan Penyakit Paru Obstruktif Kronis yang diketahui dari wawancara, Pada saat pemeriksaan ada keluhan infeksi saluran nafas atas misalnya batuk atau pilek, Merokok , dan menolak untuk diikutsertakan dalam penelitian

Subjek penelitian diperoleh dengan cara *consecutive sampling* berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

Berdasarkan perhitungan besar sampel jumlah subjek yang dibutuhkan minimal adalah 17 subyek perkelompok. Besar sampel total minimal 34 orang

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah aktivitas olahraga renang .

Pada kedua kelompok dilakukan uji normalitas data dengan uji Saphiro-Wilk. Perbedaan kelompok rutin berenang dengan tidak rutin berenang menunjukkan distribusi normal dengan uji Saphiro-Wilk,

sehingga selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan uji t-berpasangan. Perbedaan selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan uji *Mann-Whitney*.

HASIL

Pengambilan data penelitian dilakukan pada bulan Agustus - September 2017. Jumlah sampel penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi adalah 39 subjek.

Tabel . 1 Karakter subjek penelitian

Variabel	N	F	%	Mean ± SB	Median (min-maks)
Usia (Tahun)	46	-	-	69,78 ± 7,74	70 (60 – 90)
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	46	-	-	23,64 ± 2,78	23,21 (19,1 – 31,22)
Lama berenang	23				
1 tahun	-	11	47,8	-	-
2 tahun	-	5	21,7	-	-
> 2 tahun	-	7	30,4	-	-
Frekuensi/minggu	23				
1x	-	1	4,3	-	-
2x	-	12	52,2	-	-
3x	-	6	26,1	-	-
4x	-	1	4,3	-	-
5x	-	3	13	-	-
Aktivitas lain	23				
Ya	-	3	13	-	-
Tidak	-	20	87	-	-

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

Dilakukan pada 46 subjek penelitian. Rerata umur subjek penelitian

adalah 69,78 ± 7,74 tahun dengan umur termuda adalah 60 tahun. Rerata indeks

masa tubuh (IMT) $23,64 \pm 2,78$ dengan nilai tertinggi 31,22 dan terendah 19,1. Sebanyak 23 subjek penelitian melakukan aktivitas berenang sebagai olahraga rutin. Sebanyak 11 subjek (47,8%) telah rutin berenang selama 1 tahun. Sebanyak 5 subjek (21,7%) telah berenang selama 2 tahun, dan sebanyak 7 subjek (30,4%) lama berenang selama lebih dari 2 tahun. Frekuensi berenang subjek dalam 1 minggu berkisar mulai dari sekali sampai

enam kali perminggu. Seorang subjek (4,3%) berenang sebanyak sekali per minggu. Sedangkan 12 subjek (52,2%) berenang dua kali per minggu.

Terdapat 3 subjek (13%) dari kelompok lansia yang tidak rutin berenang (23 subjek) yang melakukan aktivitas lain. Sisanya tidak melakukan aktivitas lain sama sekali yaitu sebanyak 20 subjek (87%).

Tabel 2. Nilai APE lansia yang rutin berenang

Variabel	Rerata (\pm SB)	Median (min-maks)
APE (l/mnt)	$317,39 \pm 66,961$ l/mnt	320 (200 – 450)

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

Dari tabel 2 Rerata arus puncak ekspirasi (APE) pada subjek lansia yang tidak rutin berenang adalah $317,39 \pm 66,961$ l/mnt l/mnt, dengan nilai tertinggi

adalah 450 l/mnt dan terendah adalah 200 l/mnt.

Pengukuran nilai APE pada lansia yang tidak rutin berenang

Tabel 3 . Nilai APE lansia yang tidak rutin berenang

Variabel	Rerata (\pm SB)	Median (min-maks)
APE (l/mnt)	$129,57 \pm 37,231$ l/mnt	150 (60– 170)

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

Rerata arus puncak ekspirasi (APE) pada subjek lansia yang tidak rutin berenang adalah $129,57 \pm 37,231$ l/mnt,

dengan nilai tertinggi adalah 170 l/mnt dan terendah adalah 60 l/mnt

Uji normalitas kelompok berenang

Tabel 4. Tabel deskriptif kelompok berenang

Variabel	Deskriptif	Normalitas
Usia	62 (60 – 78)	0,001
APE	320 (200 – 450)	0,747
BMI	24,41 ± 2,86	0,835

Dari tabel 4 menunjukkan bahwa median usia pada kelompok berenang adalah 62 tahun dengan usia terendah 60 tahun dan tertinggi 78 tahun, dimana data terdistribusi tidak normal pada kelompok berenang $p=0,001$ ($p < 0,05$). Untuk variabel APE didapatkan nilai median 320

l/mnt dimana data terdistribusi normal $p=0,747$ ($p > 0,05$) . Data didapatkan berdistribusi normal untuk variabel BMI kelompok berenang $p=0,835$ ($p > 0,05$)

Nilai APE pada lansia yang tidak rutin berenang

Tabel 5. Tabel deskriptif kelompok tidak berenang

Variabel	Deskriptif	Normalitas
Usia	75 (60 – 90)	0,342
APE	150 (60 – 170)	0,007
IMT	22,87 ± 2,52	0,068

Dari tabel 5 didapatkan median usia 75 tahun dengan usia terendah adalah 60 tahun dan tertinggi 90 tahun dimana data terdistribusi normal pada kelompok tidak berenang $p =0,342$ berdasarkan variabel usia. Untuk variabel APE didapatkan nilai median 150 l/ mnt dimana data

terdistribusi tidak normal $p=0,007$. Data didapatkan berdistribusi normal untuk variabel BMI kelompok tidak berenang $p=0,068$

Perbedaan Usia , IMT , dan APE pada lansia berenang

Tabel 6. Perbedaan Usia, BMI dan APE berdasarkan berenang

Variabel	Berenang		p
	Ya	Tidak	
Usia	62 (60 – 78)	75 (60 – 90)	<0,001* [§]
APE	320 (200 – 450)	150 (60 – 170)	<0,001* [§]
BMI	24,41 ± 2,86	22,87 ± 2,52	0,058 [¶]

Keterangan : * Signifikan; [§] Mann Whitney; [¶] Independent t

Dari tabel diatas didapatkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara kelompok berenang dan tidak berenang berdasarkan variabel usia dengan $p < 0,001$. Berdasarkan variabel APE didapatkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara

kelompok berenang dan tidak berenang dengan $p < 0,001$. Tidak didapatkan perbedaan BMI yang signifikan ($p > 0,05$) antara kelompok berenang dan tidak berenang dengan $p 0,058$.

Tabel 7. Hubungan antara usia dan APE

Variabel	Median (min-maks)	p	r	Keterangan
Usia (tahun)	70 (60 – 90)	$< 0,001^{*‡}$	-0,641	Signifikan, negatif, kuat
APE (l/mnt)	185 (60 – 450)			

Keterangan : * Signifikan; ‡ Korelasi Spearman's

Tabel 7 menunjukkan adanya korelasi negatif yang bermakna antara usia dan APE ($p = 0,001$). Derajat korelasi

antara usia dan APE termasuk kategori korelasi derajat kuat ($r = -0,641$).

Hubungan Usia terhadap APE pada lansia rutin berenang

Tabel 8 . Hubungan antara usia dan APE

Variabel	Median (min-maks)	p	r	Keterangan
Usia (tahun)	70 (60 – 90)	$< 0,001^{*‡}$	-0,641	Signifikan, negatif, kuat
APE (l/mnt)	185 (60 – 450)			

Keterangan : * Signifikan; ‡ Korelasi Spearman's

Tabel 8 menunjukkan adanya korelasi negatif yang bermakna antara usia dan APE ($p = 0,001$). Derajat korelasi

antara usia dan APE termasuk kategori korelasi derajat kuat ($r = -0,641$).

Tabel 9 . Hubungan berenang dengan APE

Variabel	Berenang	Median (min – max)	p
APE	Ya	320 (200 – 450)	$< 0,001^{*§}$
	Tidak	150 (60 – 170)	

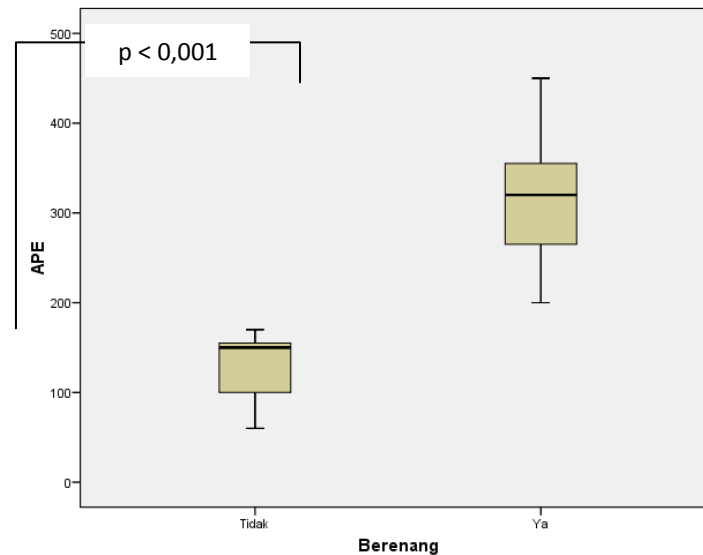
Keterangan : * Signifikan; § Mann Whitney

Berdasarkan Tabel 9 dan gambar 1 terdapat perbedaan nilai APE yang

signifikan ($p < 0,001$) antara kelompok yang berenang dan tidak berenang. Dengan

nilai median APE pada kelompok berenang adalah 320 l/mnt dan pada kelompok tidak

berenang adalah 150 l/mnt



Gambar 1. diagram boxplot mengenai perbedaan nilai APE lansia yang rutin berenang dengan

PEMBAHASAN

Hasil uji beda menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kelompok yang rutin berenang dan yang tidak rutin berenang. Hal ini sesuai dengan hasil identifikasi beberapa studi menunjukkan bahwa berenang dapat peningkatan kemampuan ekspirasi, mengurangi keparahan asma dan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) yang merupakan sekumpulan penyakit paru-paru.¹⁰ Latihan yang dilakukan secara rutin dengan intensitas, durasi, dan frekuensi yang tepat akan menimbulkan efek jangka panjang yang baik pada beberapa sistem organ tubuh. Efek jangka panjang ini terjadi karena adanya mekanisme adaptasi dari

beberapa sistem organ terutama muskuloskeletal, kardiovaskular, dan respirasi.^{14, 15} Olahraga dengan kapasitas pernapasan yang maksimal akan meningkatkan kemampuan pernapasan dua kali lipat daripada saat beristirahat ataupun tidak olah raga.⁴

Penelitian di Yunani membuktikan bahwa latihan dapat memperbaiki fungsi paru berupa FEV1 dan FVC yang meningkat selama olahraga ringan, terutama selama aktivitas fisik tipe ketahanan jangka panjang.¹⁶

Hal ini senada dengan penelitian oleh Durmic dkk, bahwa aktivitas fisik tipe ketahanan yang terus-menerus dilakukan menyebabkan perubahan-perubahan adaptif

pada parameter-parameter spirometri (VC, FVC and FEV1)¹⁷

Selain itu, aktivitas fisik tipe ketahanan juga meningkatkan kekuatan otot-otot pernapasan^{18 19}

Penelitian-penelitian lain menunjukkan bahwa kombinasi posisi horizontal selama berenang dan posisi berendam di dalam air itu sendiri berperan dalam parameter ventilasi dan difusi^{20, 21}

Hasil yang signifikan sesuai dengan teori bahwa berenang meningkatkan kekuatan pada otot sistem respirasi, otot interkostal dan diafragma menjadi lebih kuat sehingga akan menyebabkan peningkatan daya ekspansi dan rekoil paru. Hal ini menyebabkan peningkatan jumlah udara inspirasi yang banyak mengandung O₂ sekaligus peningkatan jumlah udara ekspirasi di mana kondisi ini akan meningkatkan kapasitas vital seseorang.¹⁵

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peningkatan dalam usaha fisiologis kardiorespirasi setelah latihan aerobik pada orang-orang yang lebih tua, tapi secara umum setelah periode latihan yang lebih lama dari 6 sampai 12 bulan . Dampaknya antara lain meningkatnya nilai aliran dan volume paru.²²

Salah satu parameter untuk menilai fungsi paru adalah APE di mana

prinsip dari APE adalah ekspirasi paksa yang membutuhkan kinerja dari otot ekspirasi. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, didapatkan nilai rerata APE lasia yang rutin berenang lebih besar dibandingkan nilai lansia yang tidak rutin berenang. Nilai APE ini tentunya berhubungan dengan mekanisme adaptasi dari sistem muskuloskeletal, kardiovaskular, dan respirasi yang telah dijelaskan sebelumnya dimana hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian lain yang menyebutkan terdapat peningkatan APE pada subjek yang melakukan renang rutin selama 12 minggu¹³

Terdapat keterbatasan dalam memantau kegiatan / aktivitas lain selain berenang yang dilakukan. Latihan fisik yang bersifat aerobik selain berenang seperti berlari, bersepeda, dan jenis latihan fisik lainnya juga dapat mempengaruhi nilai APE. Variasi usia pada sampel dalam penelitian ini masih terlalu luas dikarenakan sedikitnya lansia yang rutin berenang di Semarang. Namun rentang usia yang digunakan masih memenuhi definisi lansia, sehingga diharapkan tidak mengurangi validitas hasil penelitian. Penjelasan secara lisan kepada sampel penelitian terkait hal ini sudah ditanyakan sebelum penelitian berlangsung agar hal ini tidak mempengaruhi validitas penelitian.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Nilai APE lansia wanita yang rutin berenang lebih tinggi dibanding dengan yang tidak rutin berenang. Dan perbedaan nilai APE lansia wanita yang rutin berenang dengan yang tidak berenang terbukti bermakna

Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi nantinya, peneliti selanjutnya diharapkan memilih subjek pada populasi yang lebih besar, jumlah sampel yang lebih banyak dan sampel yang lebih homogen. Mencoba menggunakan alat yang lebih canggih sehingga lebih akurat. Pemberian aktivitas fisik seperti berenang bagi lansia yang mampu berenang sangatlah diperlukan. Hal ini merupakan salah satu cara agar lansia dapat menjaga kebugaran fisiknya. Pemberian aktivitas fisik secara teratur dapat diterapkan pada kelompok-kelompok lansia yang telah ada dalam masyarakat. Pemerintah pusat dan pemerintah di Indonesia khususnya di Semarang setempat disarankan agar lebih memperhatikan sarana serta prasarana bagi lansia maupun kelompok lansia agar dapat melaksanakan kegiatan aktivitas fisik, salah satunya memperhatikan keamanan di

sarana olahraga agar lansia tetap aman melakukan kegiatan berenang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andhie Surya Mustari YR, Sigit Wahyu Nugroho. *Statistik Penduduk Lanjut Usia 2014* Jakarta, Indonesia: Badan Psat Statistik 2015.
2. Sari LWI. Perbedaan Nilai Arus Puncak Ekspirasi Sebelum dan Sesudah Pelatihan Senam Lansia MENPORA pada Kelompok Lansia Kemuning, Banyumanik, Semarang 2015.
3. Guyton A.C. HEJ. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. jakarta: EGC, 1997.
4. Hart LE, Tornopolsky M and Lotter A. Sport medicine journal club. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2004; 14: 50-4.
5. Takken T, Giardini A, Reybrouck T, et al. Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the Exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the European Congenital Heart and Lung Exercise Group, and the Association

- for European Paediatric Cardiology. *European journal of preventive cardiology*. 2012; 19: 1034-65.
6. R. Siti Maryam MFE, Rosidawati , Ahmad Jubaedi , Irwan Batubara. *Menengenal Usia Lanjut dan Perawatannya*. Jakarta Salemba Medika, 2008.
 7. Wasilah Rochmah SA. Tua dan Proses Menua. 2001; XXXIII.
 8. Boolootian RA and Cantor MH. A preliminary report on respiration, nutrition, and behavior of *Arbacia punctulata*. *Life sciences*. 1965; 4: 1567-71.
 9. Kuntaraf J and Kuntaraf KL. Olahraga sumber kesehatan. *Percetakan Advent Indonesia, Ban-dung*. 1992.
 10. Widyawati. Pengaruh Latihan Pernapasan Diafragma Terhadap Arus Puncak Ekspirasi Pada Anak Yang Mempunyai Hobi Renang Usia 9-15 Tahun. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
 11. Decarie L. [Pulmonary physiology and lung function tests]. *L'union medicale du Canada*. 1953; 82: 814-24.
 12. Gupta SS and Sawane MV. A comparative study of the effects of yoga and swimming on pulmonary functions in sedentary subjects. *International journal of yoga*. 2012; 5: 128.
 13. Rosetya MI and Hardian H. Perbedaan antara Nilai Arus Puncak Ekspirasi Sebelum dan Sesudah Olahraga Renang Selama Dua Belas Minggu. Faculty of Medicine, 2011.
 14. Komi PV. *Neuromuscular aspects of sport performance*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2011, p.xi, 307 p.
 15. Courteix D, Obert P, Lecoq AM, Guenon P and Koch G. Effect of intensive swimming training on lung volumes, airway resistance and on the maximal expiratory flow-volume relationship in prepubertal girls. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1997; 76: 264-9.
 16. Myrianthefs P, Grammatopoulou I, Katsoulas T and Baltopoulos G. Spirometry may underestimate airway obstruction in professional Greek athletes. *The clinical respiratory journal*. 2014; 8: 240-7.
 17. Durmic T, Popovic BL, Svenda MZ, et al. The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2017; 3: e000240.

18. Park JE, Chung JH, Lee KH and Shin KC. The effect of body composition on pulmonary function. *Tuberculosis and respiratory diseases*. 2012; 72: 433-40.
19. Leischik R and Dworrak B. Ugly duckling or Nosferatu? Cardiac injury in endurance sport—screening recommendations. *European review for medical and pharmacological sciences*. 2014; 18: 3274-90.
20. Bar-Or O and Inbar O. Swimming and asthma. Benefits and deleterious effects. *Sports medicine*. 1992; 14: 397-405.
21. Inbar O, Naiss S, Neuman E and Daskalovich J. The effect of body posture on exercise- and hyperventilation-induced asthma. *Chest*. 1991; 100: 1229-34.
22. Kubesch NJ, de Nazelle A, Westerdahl D, et al. Respiratory and inflammatory responses to short-term exposure to traffic-related air pollution with and without moderate physical activity. *Occup Environ Med*. 2015; 72: 284-93.