

FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI PARU PADA MAHASISWA FK UKI MELALUI PEMERIKSAAN SPIROMETRI

Nur Nunu Prihantini¹ dan Frisca Batubara²

¹Departemen Biokimia FK UKI

²Departemen Biomedik Dasar FK UKI

E-mail: nunuprihantini23@gmail.com

ABSTRAK: Spirometri paling sering digunakan untuk menilai fungsi paru. Penelitian ini bertujuan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi paru diantaranya adalah jenis kelamin, usia, berat badan, tinggi badan dan merokok atau tidak merokok. Metode yang digunakan adalah cross sectional dengan jumlah responden 85 orang. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa usia rata – rata responden adalah 20 tahun sebanyak 50 orang dengan fungsi paru normal sebanyak 27 responden (54%) serta didapatkan berdasarkan berat badan 40–45 kg sebanyak 19 reponden (65.6%). Untuk tinggi badan diperoleh rata – rata tinggi badan 161–165 cm dengan fungsi paru normal sebanyak 11 responden sebesar 52.3 %. Untuk merokok sebanyak 45 responden dengan fungsi paru normal sebesar 55.5 %. Dari nilai signifikan yang diperoleh bahwa tidak ada korelasi antara usia ($p = 0.31$) tinggi badan ($p = 0.21$) berat badan ($p = 0.341$) merokok dan tidak merokok ($p = 0.31$) tidak berhubungan signifikan dengan pemeriksaan spirometri.

Kata kunci: spirometri, fungsi paru

ABSTRACT: Spirometry is most often used to assess lung function. This study aims to determine the factors that affect pulmonary function including gender, age, weight, height and smoking or not smoking. The method used is cross sectional with 85 respondents. From the results of the study showed that the average age of respondents was 20 years as many as 50 people with normal lung function as many as 27 respondents (54%) and were obtained based on 40-45 kg body weight of 19 respondents (65.6%). For height obtained an average height of 161 - 165 cm with normal lung function as many as 11 respondents by 52.3%. For smoking as many as 45 respondents with normal lung function by 55.5%. From the significant value obtained that there is no correlation between age (p value = 0.31) height ($p = 0.21$) body weight ($p = 0.341$) smoking and not smoking ($p = 0.31$) is not significantly related to spirometry examination.

Kata kunci: spirometri, lung function

PENDAHULUAN

Latar belakang penelitian ini bahwa di era globalisasi dan teknologi yang begitu berkembang pesat menimbulkan dampak yang begitu besar bagi kondisi kehidupan masyarakat dewasa ini. Polusi udara begitu besar dampaknya bagi kehidupan masyarakat di perkotaan pada umumnya. Asap kendaraan, kebiasaan merokok dan industri yang tersebar dipertanian mengakibatkan banyaknya keluhan pernafasan.

Sistem pernafasan mencakup saluran nafas yang menuju paru itu sendiri, dan otot-otot pernafasan toraks (dada) dan abdomen (perut) yang berperan dalam menghasilkan aliran udara melalui saluran nafas masuk dan keluar paru. Saluran nafas merupakan sebuah tabung atau pipa yang mengangkut udara antara atmosfer dan kantong udara (alveolus). Saluran nafas akan memanjang sepanjang 1500 mil (Sherwood L, 2016: 488).

Gangguan paru merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas. Infeksi saluran

pernafasan lebih sering terjadi dibandingkan dengan infeksi sistem organ tubuh lain dan berkisar dari flu biasa dengan gejala serta gangguan yang relatif ringan sampai pneumonia berat. Gangguan paru diklasifikasikan berdasarkan etiologi, letak anatomis, sifat kronik penyakit, perubahan struktur serta fungsi dan sesuai dengan disfungsi ventilasi akan dibagi menjadi Gangguan paru obstruktif dan gangguan paru restriktif (Sylvia P dalam Huriawati 2013:735),

Telah dikembangkan berbagai uji dan teknik yang berkaitan dengan pemeriksaan fisiologi pernafasan. Uji fungsi paru ini dibagi dalam dua kategori, uji yang berhubungan dengan ventilasi paru dan dinding dada serta uji yang berhubungan dengan pertukaran gas. Pemeriksaan spirometri adalah suatu pemeriksaan yang bertujuan untuk mengetahui volume paru, kapasitas paru dan kecepatan aliran udara.

Ventilasi dipengaruhi oleh saluran napas, paru dan dinding dada. Dua bagian terakhir mengatur besarnya volume dan aliran udara pada saat istirahat

dan ketika beraktivitas, seperti: kegiatan fisik, bersuara, batuk, tertawa, perubahan posisi tubuh, dan lain-lain. Pada penyakit kardiopulmoner, volume paru dapat berubah sebagai hasil dari mekanisme dinamis saluran napas dan pola bernapas disertai perubahan statis pada paru dan dinding dada. Berdasarkan angka kejadian penyakit paru, maka kebutuhan untuk melakukan tes fungsi paru yang tepat dan akurat di masyarakat diperlukan untuk mengetahui penyakit paru sejak dini. Salah satu komponen dari tes fungsi paru adalah spirometri (Lopez, 2001:16:6).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara karakteristik responden yaitu umur, tinggi badan dan berat badan, kebiasaan berolah raga dan kebiasaan merokok dan ada tidaknya keluhan pernafasan berupa batuk atau sesak nafas dengan nilai spirometri.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa angkatan 2016 FK UKI yang berjumlah 170 mahasiswa. Sampel penelitian ini adalah mahasiswa angkatan 2016 FK UKI yang telah memenuhi kriteria inklusi sebanyak 85 mahasiswa. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara systematic random sampling. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan menggunakan kuesioner dan pemeriksaan spirometri.

Kriteria inklusi:

1. Bersedia menjadi responden
2. Responden berjenis kelamin wanita dan pria
3. Responden mahasiswa angkatan 2016

Kriteria eksklusi:

1. Tidak bersedia menjadi responden
2. Responden ternyata baru makan
3. Responden sedang mengalami flu dan batuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pernafasan

Pernafasan adalah proses memperoleh oksigen yang diserap oleh tubuh dan akan disalurkan ke jaringan dan pelepasan CO₂ yang dihasilkan oleh sel. Respirasi memerlukan proses pergerakan pasif oksigen yang berasal dari oksigen ke atmosfer dan ke jaringan (Sherwood, 2016:488). Untuk menilai

penurunan nilai rata – rata FEV₁ dan FVC dapat dilakukan pemeriksaan spirometri. Peningkatan usia akan mengakibatkan penurunan nilai rata – rata FEV₁ dan FVC disebabkan oleh otot pernafasan pada usia lanjut mengalami kelemahan dimulai pada usia 55 tahun (Martiem M., 2005:24-127).

Volume paru berubah dalam berbagai upaya bernafas dapat di ukur dengan alat Spirometer tradisional basah terdiri dari drum atau tong yang terisi oleh udara dan mengapung dalam ruang berisi air, kemudian seseorang menghembuskan udara ke dalam drum melalui selang yang menghubungkan mulut dengan wadah udara, drum naik turun dalam air. Naik turun drum direkam sebagai spirogram (Sherwood.L, 2016:504).

Spirometri sangat penting untuk menilai fungsi paru serta menilai respon pengobatan dari penyakit kronik dan mengetahui episode penyakit akut dari penyakit pernafasan (Price D, 2009:216–223). Pemeriksaan fungsi paru dengan melakukan penilaian terhadap fungsi ventilasi dan difusi gas serta transport oksigen dan karbonmonoksida dari darah ke paru. Sebagai skrining untuk menilai faal paru biasanya cukup dengan melakukan uji ventilasi paru dengan menggunakan spirometer. Terlihat gambaran pernafasan berupa grafik berdasarkan jumlah dan kecepatan udara yang keluar dan masuk ke dalam spirometer (Yunus, 1997).

Dalam pemeriksaan fungsi paru terdapat beberapa kategori dalam penilaian yang kelainan dalam hasil spirometri yaitu penyakit paru obstruksi yang merupakan kelainan dalam mengosongkan paru dan penyakit paru restriktif merupakan kesulitan dalam pengisian paru dan ada beberapa penyakit lain dapat mempengaruhi fungsi pernafasan diantaranya adalah (1) penyakit yang mengganggu fungsi difusi O₂ dan CO₂ menembus membran paru; (2) berkurangnya ventilasi akibat gagal mekanis seperti gangguan otot; (3) aliran darah ke paru yang tidak adekuat; (4) ventilasi /perfusi darah dan udara yang tidak seimbang sehingga tidak terjadi pertukaran gas yang efisien (Sherwood L., 2016:505-506).

Sebelum memulai penelitian dilakukan beberapa tahapan persiapan yang meliputi persiapan alat yaitu spirometer, *mouth piece*, printer, timbangan, mikrotoise. Persiapan *informed consent* oleh responden yang telah memenuhi kriteria inklusi kemudian persiapan teknisi dan subyek yang akan

diukur. Subyek dikumpulkan dibagi atas beberapa group kemudian dilakukan penimbangan berat badan dan pengukuran tinggi badan. Alat spirometer sebaiknya dilakukan kalibrasi minimal satu kali seminggu. Sedangkan teknisi sudah terlatih dan mengerti tujuan melakukan pemeriksaan spirometri untuk penilaian fungsi paru dan dapat menilai hasil pemeriksaan tersebut. Untuk subyek mengerti tujuan pemeriksaan dan bebas rokok minimal 2 jam sebelum pemeriksaan, tidak boleh makan terlalu kenyang, dan berpakaian tidak ketat (Rima, 2011). Spirometri merupakan tes fungsi paru pemeriksaan fungsi paru menggunakan spirometer berguna untuk penemuan dini dari kelainan pernafasan meskipun secara pemeriksaan klinik maupun radiologi pada penderita tersebut belum dapat ditemukan kelainan. Pemeriksaan secara medis misalnya foto thorax dilakukan apabila telah ada indikasi kelainan fungsi paru atau fungsi parunya menurun secara permanen (Keman,1997). Parameter fungsi paru yang dipakai dalam penelitian ini adalah % FVC predicted, % FEV1 predicted, dan ratio FEV1/FVC. Berdasarkan hasil pengukuran atau uji fungsi paru dengan alat spirometer. Bila % FVC predicted lebih dari sama dengan 80% dan FEV1/FVC lebih dari sama dengan 70% maka berarti fungsi parunya dalam batas normal. Bila % FVC predicted kurang dari 80% dan FEV1/FVC kurang dari sama dengan 70% maka berarti restriktif. Bila % FVC predicted lebih dari sama dengan 80% dan FEV1/FVC kurang dari 70% maka berarti obstruktif, dan bila % FVC predicted kurang dari 80% dan FEV1/FVC kurang dari 70% maka berarti tipe kombinasi obstruktif dan restriktif (Muliartha,2007), seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian (n = 85)

Variabel	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	28	32.9
Perempuan	56	65.9
Usia		
18 tahun	1	1.2
19 tahun	17	20
20 tahun	50	58.5
21 tahun	12	12
22 tahun	5	5.9
Tinggi Badan		
150 - 155 cm	15	17.6
156 - 160 cm	17	20
161 - 165 cm	21	24.7
166 - 170 cm	17	20
> 170 cm	15	17.6
Rokok		
Merokok	4	4.7
Tidak pernah	81	92.3

Jumlah subyek penelitian laki-laki sebanyak 28 orang (32.9%) sedangkan perempuan 56 subyek. Sehingga jumlah keseluruhan adalah sebanyak 85 orang. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa yang berusia paling banyak adalah 20 tahun sebanyak 17 orang dengan persentase 58.5 %. Dari data yang diperoleh berdasarkan tinggi badan adalah 161-165 dengan jumlah 24.7 % sebanyak 21 orang. Didapatkan ada empat orang perokok aktif dan 81 orang tidak merokok (92.3 %). seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Subyek Penelitian Berdasarkan Usia dengan Fungsi Paru pada Pemeriksaan Spirometri

	Spirometri								Total	p-value
	Normal		Restriktif		Kombinasi		Obstruksi			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Usia										
18 tahun	1	100	0	0	0	0	0	0	1	0.314
19 tahun	8	47	5	29.4	1	5.8	3	17.6	17	
20 tahun	27	54	17	34	0	0	6	12	50	
21 tahun	6	50	4	33.3	0	0	2	16.6	12	
22 tahun	5	100	0	0	0	0	0	0	5	

Berdasarkan pada Tabel 2 di atas terlihat bahwa usia rata-rata subyek penelitian adalah 20 tahun sebanyak 50 orang dengan fungsi paru normal adalah sebanyak 27 orang yaitu sebesar 54 %, usia 20 tahun dengan jumlah subyek penelitian sebanyak 17 orang dengan kondisi restriktif sebesar 34%.

Tabel 3. Distribusi Subyek Penelitian Berdasarkan Tinggi Badan Dengan Fungsi Paru Pada pemeriksaan Spirometri

	Spirometri								Total	p-value
	Normal		Restriktif		Kombinasi		Obstruksi			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Tinggi Badan										
150-155 cm	10	66.6	4	26.6	0	0	1	6.7	15	0.21
156-160 cm	10	58.8	4	23.5	1	5.9	2	11.7	17	
161-165 cm	11	52.3	7	33.3	0	0	3	14.2	21	
166-170 cm	8	47.1	5	29.4	0	0	4	23.5	17	
> 170 cm	8	53.3	6	40	0	0	1	6.7	15	

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa jumlah responden terbanyak adalah 11 orang dengan tinggi badan 161 - 165 cm dengan fungsi paru normal sebesar 52.3 %. dan didapatkan kondisi restriktif pada 7 subyek orang sebesar 33.4 %. Kondisi obstruksi dengan tinggi badan 166-170 cm sebanyak 4 orang sebesar 23.5 %.

Tabel 4. Distribusi Berat Badan dengan Fungsi Paru pada Pemeriksaan Spirometri

	Spirometri								Total	p-value
	Normal		Restriktif		Kombinasi		Obstruksi			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Berat Badan										
40-55 kg	19	65.6	5	17.2	0	0	5	17.2	29	0.341
56-65 kg	8	47.1	9	52.9	0	0	0	0	17	
66-70 kg	8	50	6	37.5	0	0	2	12.5	16	
>70 kg	12	52.2	6	26.1	1	4.3	4	17.4	23	

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa rata-rata berat badan responden adalah 40–45 kg tahun sebanyak 19 orang dengan fungsi paru normal sebesar 65.6 %.

Tabel 5. Distribusi Fungsi paru Subyek Merokok dan Tidak Merokok dengan Pemeriksaan Spirometri

	Spirometri								Total	p-value
	Normal		Restriktif		Kombinasi		Obstruksi			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Rokok										
Perokok	2	50	1	25	0	0	1	25	4	0.31
Tidak	45	55.5	25	30.9	1	1.2	10	12.3	81	

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa subyek penelitian rata – rata tdk merokok sebanyak 45 orang dengan fungsi paru normal sebesar 55.5 % dan restriktif sebanyak 25 orang. sebesar 25 % . Subyek yang merokok sebanyak empat orang dengan fungsi paru normal dua orang dan satu orang restriktif sebesar 25% dan obstruksi satu orang sebesar 25 %.

Analisis Korelasi

Tabel 6. Hasil Uji Spearman’s (n = 85)

Variabel	Spirometri
Spearman’s rho Usia	0.314
Tinggi Badan	0.21
Berat Badan	0.341
Merokok dan tidak merokok	0.31

Berdasarkan Tabel 6, dengan melihat nilai signifikan yang diperoleh bahwa tidak ada korelasi antara usia (p value = 0.314) , tinggi badan (p value = 0.21), berat badan (p value = 0.341), merokok dan tidak merokok (p value = 0.31) tidak berhubungan signifikan dengan pemeriksaan spirometri. Damiputra (2016:4) menyatakan bahwa yang terbanyak adalah gangguan paru restriktif sebanyak 69.2% dan gangguan paru obstruksi sebanyak 30.8%. Baharuddin dkk bahwa dari 334 responden yang melakukan pemeriksaan spirometri terdapat 220

responden yang normal (65,9%), 103 responden (30,8%) gangguan paru restriktif dan 11 responden gangguan paru obstruktif (3,3%).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa jika dibandingkan antara gangguan paru restriktif dan gangguan paru obstruktif maka yang paling banyak diderita responden ada gangguan paru restriktif yang disebabkan oleh berbagai faktor resiko seperti merokok yang dapat menyebabkan gangguan paru.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh 85 subyek diketahui bahwa tidak terdapat korelasi antara usia dengan pemeriksaan spirometri karena usia responden yang dilakukan penelitian adalah rata-rata berusia 20 tahun. Berdasarkan kategori usia adalah yang paling sering pada usia 56-65 tahun dengan 10 pasien (38,5%) karena pada kategori usia tersebut sudah terjadi penurunan fungsi respirasi serta aktivitas fisik sudah mulai berkurang dan paling sedikit ditemukan pada kategori usia 12- 16 tahun dengan 1 pasien (3,8%) karena pada kategori usia tersebut fungsi respirasi umumnya masih baik dan aktivitas fisik masih banyak sehingga resiko untuk menderita gangguan paru kurang. Sesuai dengan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013 bahwa angka kejadian gangguan paru meningkat dengan bertambahnya usia. (Ratih, 2013:23-82). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Martiem bahwa dari 137 lansia sehat yang dilakukan pemeriksaan spirometri menunjukkan adanya penurunan nilai rata-rata FEV1 dan FVC dengan semakin meningkatnya usia. Semakin lanjut usia seseorang otot-otot pernafasan akan semakin lemah, melemahnya otot-otot pernafasan mulai sekitar usia 55 tahun. (Martiem, 2005:24-127).

Hubungan antara volume paru-paru seseorang terhadap berat badan seseorang dapat dikatakan seseorang yang memiliki berat badan lebih besar memiliki kapasitas paru-paru yang lebih besar. Hal ini dikarenakan rongga dada orang tersebut lebih besar dari seorang yang bertubuh kecil atau memiliki berat badan di bawahnya (A. Rifa’i, 2013:22). Jika seseorang dengan berat badan normal berlebih dapat disebabkan karena menurunnya elastisitas serta kemampuan mengembang dinding dada karena dinding dada yang elastik akan mengembang lebih besar secara bebas sehingga tekanan intra torakal akan lebih negatif sehingga udara pada saat inspirasi akan lebih banyak masuk. Selain itu dapat pula

disebabkan karena berkurangnya kemampuan diafragma untuk turun pada levelnya pada individu dengan berat badan berlebih dan individu dengan kegemukan sentral, sehingga tekanan intra thorakal akan menjadi kurang negatif dibanding normal (Kccyl, 1984:156). Dinding dada yang tebal oleh lipatan lemak pada keadaan yang lanjut akan sangat menghambat gerakan bernafas dinding dada, bahkan dapat menyebabkan sumbatan jalan nafas secara intermiten (Netter, 1980:80-82). Dari penelitian ini didapatkan bahwa berat badan > 70 kg ternyata pada pemeriksaan spirometri menunjukkan empat subyek dengan obstruksi sebanyak 17.4 %. Sedangkan subyek penelitian rata-rata tdk merokok sebanyak 45 orang dengan fungsi paru normal sebesar 55.5 % dan restriktif sebesar 25 % sebanyak 25 orang . Perokok sebanyak empat orang dengan kondisi satu orang obstruksi sebanyak 25 %. Nilai FEV1 dan FVC baik pria dan wanita akan meningkat dengan bertambahnya tinggi badan (Marion MS, 2001:489). Jaringan paru akan mengembang disertai dengan kekuatan otot rongga dada yang berperan terhadap besar FEV1 dan FVC (Virani N, 2001:177). Menurut hasil penelitian bahwa semakin lama merokok akan menurunkan fungsi paru (Ukoli, 2002:36)

Merokok dapat mempercepat penurunan fungsi faal paru dikarenakan pada orang yang mempunyai kebiasaan merokok akan mengalami penurunan FEV1 sebanyak lebih dari 50 ml pertahun. Sedangkan untuk orang dengan fungsi paru normal akan mengalami FEV1 20 ml pertahun. (Gold D, 2005: 931).

PENUTUP

Kesimpulan

Subyek penelitian rata – rata berusia 20 tahun sebanyak 50 orang dengan fungsi paru normal adalah sebanyak 27 orang yaitu sebesar 54 %, usia 20 tahun dengan jumlah subyek penelitian sebanyak 17 orang dengan kondisi restriktif sebesar 3%. Berdasarkan kategori usia tidak terlihat terjadi gangguan pernafasan obstruksi. Subyek penelitian rata-rata tdk merokok sebanyak 45 orang dengan fungsi paru normal sebesar 55.5% dan restriktif sebanyak 25 orang. sebesar 25%. Subyek yang merokok sebanyak empat orang dengan fungsi paru normal 2 orang dan satu orang restriktif sebesar 25% dan obstruksi satu orang sebesar 25%. Diketahui bahwa jumlah

responden terbanyak adalah 11 orang dengan tinggi badan 161–165 cm dengan fungsi paru normal sebesar 52.3%. dan didapatkan kondisi restriktif pada tujuh subyek orang sebesar 33.4%. Kondisi obstruksi dengan tinggi badan 166-170 cm sebanyak empat orang sebesar 23.5%. Subyek penelitian rata- rata berat badan responden adalah 40–45 kg tahun sebanyak 19 orang dengan fungsi paru normal sebesar 65.6%. Dengan melihat nilai signifikan yang diperoleh bahwa tidak ada korelasi antara usia (p value = 0.314) , tinggi badan (p value = 0.21), berat badan (p value = 0.341), merokok dan tidak merokok (p value = 0.31) tidak berhubungan signifikan dengan pemeriksaan spirometri.

Saran-Saran

Untuk mahasiswa hendaknya menjaga kesehatan pernafasan dengan perilaku hidup sehat seperti rutin berolah raga, tidur yang cukup dan makan – makanan yang sehat dan menghindari kebiasaan merokok yang dapat mengganggu fungsi paru.

DAFTAR PUSTAKA

- Arto YS, Hendarsyah S. Penyakit paru obstruktif kronik. *Ina J Chest Crit and Emerg Med.* 2014;1:83-4. 5.
- Damiputra V. E. Lasut Marpaung, Lidwina S. Sengkey Gambaran asil Spirometri pada Pasien dengan Gangguan Paru di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. Elfrida. *Jurnal Kedokteran Klinik (JKK)*, Volume 1 No 1 , Desember 2016:4
- Gold D, Wypij XW. Effect of Cigarette smoking on lung function in adolescent boys and girls. *N Engl J Med.*2005;335(13):931-7
- Keman, S., 1997. *Biomarkers of Chronic Non Specific Airway Diseases – An Application of Molecular Epidemiology in Occupational Settings.* Disertation. Netherlands : Maastricht University. Mukono, H.J., 1997.
- Keele, Cyril A. *Samson Wrights Applied Physiology 13th Edition.* Oxford Medical Publications:1984: 408, 156-15.
- Lopez, Petty. Commentary : Quality of Spirometry Testing. *American Journal Of Medical Quality*;2001: 16 : 6
- Lung function test [Internet]. 2011 [cited 2011 Jun 20]. Available from: <http://www.webmd.com/lung/lung-function-tests?page=2>. Accessed on June 20th 2011.
- Martiem M. Nilai rujukan spirometri untuk lanjut usia sehat. *Universa Medicina.* 2005;24:127
- Muliarta, I.M., Susy, P., *Gambaran Spirometri pada Pengelas di Bengkel Las Kodya Denpasar Tahun 2007.* Laporan Penelitian. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. 2007.
- Marion MS, Leonardson GT, Rhoades ER, Welty TK, Enright PL. Spirometry reference values for American adults. *Chest* 2001; 120: 489-95.
- Netter, Frank H. *Respiratory System.* Macmillan Publishing Company. 1980. Vol 7: 80-82
- Price D, Crockett A, Arne M, Garbe B, Jones R, Alan K, Langhammer A, sian W, Yawn B. Spirometry in primary care case-identification, diagnosis and management of COPD. *Primary Care Respiratory Journal.* 2009;18:216-223.

- Ratih O. Kajian epidemiologis penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). *Media Litbangkes*.2013;23:82.
- Rima, Ana. *Sensor Tekanan Gas MPX5100 Dalam Alat Ukur Kapasitas Vital Paru*. Pertemuan Ilmiah Respirologi (PIR). Surakarta: SMF Paru RSUD Dr. Moewardi Surakarta.
- Sylvia AP, Lorraine MW. Gangguan sistim pernapasan. Dalam: Huriawati H, Natalia S, Pita W, Dewi AM. editor. *Patofisiologi konsep klinis dan konsep-konsep penyakit*. Edisi 6. Jakarta: EGC; 2013. h.735.
- Sheerwood L, *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*, Penerbit Buku EGC 2016: 488-506
- Sukiswo Supeni Edi, Sunarno, Achmad Rifa'i. Aplikasi *Sensor Tekanan Gas MPX5100 Dalam Alat Ukur Kapasitas Vital Paru*. *Unnes Physics Journal* 2 :1: 2013:
- Ukoli CO, Joseph DF, Durosinmi MA. Peak expiratory flow rate in cigarette smokers; *Highland Medical Research Journal* 2002 1 (2): 36-7.
- Yunus F. Sistem Pernapasan dan Fungsi Paru. In: Jakarta: *Workshop Respiratory Physiologi*. 1997.
- Virani N. Shah B. Celly A. Pulmonary function studies in health non smoking adults, in Asram SA Pondicherry. *Indian J Med Res* 2001; 114: 177-84.