

HUBUNGAN OBESITAS DENGAN FUNGSI PARU PADA PEMERIKSAAN SPIROMETRI MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS ANDALAS

Fatharani Nabila Octavia¹, Fika Tri Anggraini², Husna Yetti³, Miftah Irramah⁴, Sabrina Ermayanti⁵, Fathiya Juwita Hanum⁶

¹Undergraduate Medical Student, Faculty of Medicine, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²Departement of Physiology, Faculty of Medicine, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

³Departement of Public Health and Community Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Andalas, Padang,

⁴Departement of Physiolyg, Faculty of Medicine, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

⁵Departement of Pulmonology and Respiratory Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Andalas, Padang,

⁶Departement of Radiation Oncology, Faculty of Medicine, Universitas Andalas, Padang.

Email: Fatharaninabilaa1@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Received :25-02-2025

Revised :10-03-2025

Accepted :16-03-2025

Keywords: Body Mass Index, Obesity, Young Adult, Lung Function.

DOI: <https://doi.org/10.62335>

ABSTRACT

Background: Abnormal fat accumulation affects the compliance of the respiratory system which contributes to the process of normal lung expansion. Lung function can be evaluated through an examination using spirometry with the parameters assessed, namely FVC, FEV1, and FEV1/FVC. This study aims to determine the relationship between obesity and lungfunction in the spirometry examination of Andalas University Medical Education students. Methods: This study is an observational analytic study with a cross-sectional approach. The Number of samples in this study was 34 subjects. The sampling technique used wasconsecutive sampling from students of Medical Education at the Faculty of Medicine, AndalasUniversity, Class of 2018-2020. Evaluation of lung function was carried out using aspirometry examination with parameters assessed for FVC, FEV1, and FEV1/FVC while the evaluation of obesity was carried out using the BMI with a classification according toKemenkes RI. Data analysis was carried out using univariate and bivariate qualitative methods. Results: In this study, the majority of respondents were women (70.6%) with normal nutritional status (67.6%) followed by obesity (32.4%). The relationship between

obesity and lung function was tested using fisher's exact test. The results showed that there was no relationship between obesity and lung function parameters FVC, FEV1, and FEV1/FVC on spirometry tests.

ABSTRAK

Latar Belakang : Akumulasi lemak abnormal memengaruhi compliance sistem pernapasan yang berkontribusi dalam proses pengembangan paru normal. Fungsi paru dapat dievaluasi melalui pemeriksaan menggunakan spirometri dengan parameter yang dinilai yaitu KVP, VEP1, VEP1/KVP. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara obesitas dengan fungsi paru pada pemeriksaan spirometri mahasiswa Pendidikan Dokter Universitas Andalas. Metode : Penelitian ini adalah analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional. Jumlah sampel penelitian ini adalah 34 subjek dengan teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu consecutive sampling dari mahasiswa Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Angkatan 2018-2020. Evaluasi fungsi paru dilakukan menggunakan pemeriksaan spirometri dengan parameter yang dinilai KVP, VEP1, VEP1/KVP sedangkan evaluasi obesitas dilakukan menggunakan rumus IMT dengan klasifikasi menurut Kemenkes RI. Analisis data dilakukan secara kualitatif univariat dan bivariat. Hasil : Pada penelitian ini responden terbanyak adalah perempuan (70,6%) dengan status gizi terbanyak adalah normal (67,6%) diikuti dengan obesitas (32,4%). Hubungan obesitas dan fungsi paru diuji menggunakan fisher exact test. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan antara obesitas dengan parameter fungsi paru KVP, VEP1, VEP1/KVP pada uji spirometri.

PENDAHULUAN

Obesitas merupakan kondisi kelebihan lemak tubuh dengan prevalensi yang meningkat pesat di seluruh dunia dalam beberapa tahun terakhir. Obesitas telah berkembang menjadi masalah endemik yang menyerang individu dari segala usia. Lebih dari sepertiga populasi orang dewasa di Amerika Serikat mengalami obesitas dan sepertiga lainnya mengalami kelebihan berat badan. Kasus obesitas di Indonesia berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 di Indonesia menunjukkan bahwa proporsi obesitas pada orang dewasa di atas usia 18 tahun sebesar 21,8%. Persentase ini menunjukkan peningkatan yang signifikan jika dibandingkan dengan data tahun 2013 sebesar 14,8%. Prevalensi obesitas di Provinsi Sumatera Barat memiliki angka tertinggi di antara tiga masalah gizi lainnya, yaitu sebesar 20,4%. Penumpukan lemak tubuh yang berlebihan dapat mendorong terjadinya perubahan metabolik dan struktural sehingga obesitas dapat mempengaruhi kondisi fisiologis individu, salah satunya adalah

fisiologi pernapasan. Obesitas dapat mempengaruhi fisiologi pernapasan akibat adanya perubahan signifikan pada sifat mekanik paru-paru dan dinding dada yang disebabkan oleh kelebihan lemak di mediastinum dan rongga perut. Pernapasan akibat pergerakan dinding dada dan rongga perut dibatasi oleh lemak. Kondisi ini memungkinkan terjadinya beberapa kondisi pernapasan seperti sesak napas terutama saat berolahraga tanpa riwayat penyakit pada sistem pernapasan.

Kelainan lemak pada obesitas menyebabkan penyempitan hingga penutupan jalan napas yang berhubungan dengan penurunan volume paru, peningkatan konsumsi oksigen, dan peningkatan kerja mekanik sistem pernapasan akibat resistensi pernapasan pada individu obesitas. Pemeriksaan fungsi paru yang menunjukkan adanya penurunan volume paru dilakukan oleh

Shengyu Wang, dkk. pada tahun 2017 dengan membandingkan subjek normal dan obesitas dan menemukan hubungan antara peningkatan BMI dengan penurunan Kapasitas Vital Paru pada pemeriksaan spirometri. Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bhatti U, dkk. BMI mempengaruhi First Second Forced Expiratory Volume (FEV1) dan FEV1/FVC tetapi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap FVC. Nilai pemeriksaan fungsi paru dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor fisiologis seperti usia, tinggi badan, jenis kelamin, dan ras sehingga hubungan antara BMI dengan pemeriksaan fungsi paru bervariasi sesuai dengan faktor fisiologis tersebut. Beberapa penelitian sebelumnya memperoleh hasil yang berbeda-beda tetapi tetap menunjukkan adanya pengaruh penyakit terhadap fungsi paru pada hasil pemeriksaan spirometri. Oleh karena itu, pemantauan fungsi paru dianggap penting untuk mengidentifikasi dan mencegah penurunan fungsi paru, terutama pada individu dengan obesitas di usia dewasa muda. Salah satu alat yang sering digunakan untuk menilai fungsi paru adalah spirometri. Pemeriksaan fungsi paru dengan menggunakan spirometri merupakan metode skrining yang sangat penting untuk menilai kesehatan pernapasan secara umum. Spirometri akan mengukur volume udara yang diinspirasi dan diekspirasi dengan usaha maksimal. Penilaian didasarkan pada aliran atau perubahan volume yang terjadi saat bernapas. Hasil pemeriksaan ini dapat membantu menentukan gangguan obstruktif, restriktif, dan derajat beratnya penyakit meskipun pasien tidak memiliki keluhan, namun hasil ini belum mampu menggambarkan suatu diagnosis yang spesifik. Berdasarkan uraian di atas bahwa obesitas dapat mempengaruhi fungsi paru, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini karena masih sedikitnya penelitian tentang hubungan antara obesitas dengan fungsi paru yang dilakukan pada dewasa muda sehat khususnya di Padang, Sumatera Barat. Penelitian ini akan mengkaji hubungan antara kelompok obesitas dengan menggunakan klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT) menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) dan fungsi paru pada mahasiswa Pendidikan Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Andalas (FK Unand) sehingga dapat mengidentifikasi dan mencegah terjadinya penurunan fungsi paru khususnya pada dewasa muda sehat.

METODE PENELITIAN

Pemeriksaan spirometri

Peserta penelitian telah menjalani pemeriksaan PCR dan hasilnya dipastikan negatif dalam 24-72 jam sebelum pemeriksaan spirometri dilakukan. Pengukuran tinggi badan dan berat badan dilakukan langsung untuk menilai IMT peserta penelitian, kemudian dikelompokkan menjadi IMT obesitas dan normal. Pemeriksaan fungsi paru dilakukan menggunakan spirometer PC easy-on dengan melihat parameter FEV1, FVC, dan FEV1/FVC.

Interpretasi hasil pemeriksaan spirometri

Hasil pemeriksaan spirometri diklasifikasikan berdasarkan batas bawah normal (LLN) dengan kategori normal untuk FVC > 80% dan FVC abnormal <80%. Nilai normal parameter FEV1 >80% dan FEV1 abnormal <80%. Rasio FEV1/FVC normal bila FEV1/FVC >70% dan abnormal bila FEV1/FVC <70%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden pada pemeriksaan spirometri

Karakteristik responden pada pemeriksaan spirometri yang dilakukan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Unand sebagian besar berjenis kelamin perempuan (70,6%). Data ini berdasarkan distribusi populasi penelitian, yaitu mahasiswa Pendidikan Dokter FK Unand dengan jumlah mahasiswa perempuan yang mendominasi.

Jenis kelamin merupakan faktor yang mempengaruhi fungsi paru secara fisiologis. Perbedaan fungsi paru pada laki-laki dan perempuan dipengaruhi oleh ukuran paru pada laki-laki yang lebih besar jika dibandingkan dengan perempuan dengan usia, tinggi badan, dan ras yang sama. Paru laki-laki cenderung lebih besar secara anatomis, diameter saluran napas lebih lebar, dan bronkiolus respiratorius lebih banyak jika dibandingkan dengan perempuan sehingga kapasitas paru pada perempuan 20-25% lebih kecil jika dibandingkan dengan laki-laki.

Paru laki-laki memiliki rerata mean yang secara signifikan lebih besar untuk semua variabel paru sehingga jenis kelamin perlu dimasukkan sebagai faktor pembeda dalam menentukan nilai normal. Karakteristik subjek dalam hal BMI yang dikategorikan normal dan obesitas menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan tergolong normal dengan persentase sebesar 67,6%. Beberapa penelitian telah melaporkan adanya hubungan antara obesitas dengan fungsi paru karena akumulasi lemak abnormal pada obesitas yang memungkinkan terjadinya perubahan struktural yang menyebabkan imobilisasi diafragma dan tulang rusuk. Diafragma dan tulang rusuk berperan penting dalam mekanisme ventilasi. BMI merupakan metode sederhana yang dapat mengklasifikasikan status gizi tetapi tidak dapat membedakan antara massa lemak dan massa otot, sehingga tidak menjelaskan pola distribusi lemak regional.

Gambaran Umum Interpretasi Fungsi Paru Berdasarkan Parameter FVC, FEV1, dan FEV1/FVC

Gambaran interpretasi fungsi paru berdasarkan parameter FVC, FEV1, dan FEV1/FVC sebagian besar subjek penelitian ini memiliki fungsi paru normal. Klasifikasi

parameter fungsi paru dilakukan berdasarkan LLN yang terbagi menjadi normal jika nilai parameter fungsi paru di atas LLN dan abnormal jika di bawah LLN. Variabel spirometri FVC, FEV1, dan FEV1/FVC dinilai untuk melihat pengaruh obesitas terhadap saluran napas yang dapat digunakan untuk mendeteksi kelainan fungsi paru. Kapasitas vital paksa dan FEV1 cenderung menurun seiring dengan peningkatan BMI pada beberapa penelitian besar yang telah dilakukan sebelumnya. Perubahan struktur dinding dada dan perut pada obesitas menyebabkan keterbatasan mobilitas diafragma dan pergerakan rongga dada yang berperan penting dalam mekanisme ventilasi yang tepat. Interpretasi fungsi paru abnormal dibagi menjadi penyakit paru restriktif, obstruktif, dan campuran. Penyakit paru restriktif ditandai dengan berkurangnya komplians paru sehingga daya tarik paru rendah dan paru tidak dapat mengembang mencapai volume maksimal. Gangguan pada faktor restriktif dapat terjadi akibat faktor paru intrinsik, yaitu peradangan pada paru seperti fibrosis paru, pneumonitis, dan sarkoidosis, sedangkan faktor ekstrinsik meliputi gangguan pada dinding dada, pleura, atau neuromuskular yang mempengaruhi ekspansi paru dalam proses ventilasi. Penyakit paru restriktif ditandai dengan penurunan TLC, $FVC < LLN$, dan $FEV1/FVC > LLN$. Penyakit paru obstruktif ditandai dengan penurunan aliran udara maksimal dari paru dibandingkan dengan aliran udara maksimal ke paru. Kondisi ini menyebabkan paru sulit mengosongkan diri sehingga udara yang tersisa di paru setelah ekspirasi bertambah. FVC dalam kisaran normal-menurun dengan penurunan rasio FEV1/FVC $< 70\%$ dan penurunan FEV1 yang signifikan dapat dijadikan acuan interpretasi penyakit paru obstruktif. Nilai VR di atas ULN atau FEV1 di bawah ULN dapat menjadi tanda penyakit paru obstruktif campuran yang restriktif akibat obstruksi jalan napas. Keterbatasan aliran udara dan penurunan kepatuhan paru-paru menyebabkan penurunan FVC yang relatif tinggi dibandingkan dengan penurunan FEV1.

Hubungan FVC dengan obesitas dan IMT normal pada spirometri

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai p sebesar 0,280 ($p > 0,05$) yang berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antara IMT dengan parameter fungsi paru pada pemeriksaan spirometri pada mahasiswa kedokteran Fakultas Kedokteran Unand. Hasil tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Samratulangi Manado oleh Satriyani dkk. pada tahun 2015 yang melibatkan 32 subjek dengan IMT sebagai variabel bebas dan FVC serta FEV1 sebagai variabel terikat. Satriyani dkk. mendapatkan hasil bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara nilai IMT dengan FVC, namun jika dilihat dari nilai rata-rata FVC pada obesitas 2 lebih rendah dibandingkan obesitas 1 yang berarti bahwa penurunan FVC dipengaruhi oleh peningkatan IMT namun tidak signifikan. Hasil yang sama juga diperoleh oleh Urooj B dkk. pada tahun 2019 dengan 180 subjek yang menyatakan bahwa tidak ada efek signifikan secara statistik ($p = 0,69$) pada nilai FVC rata-rata di semua kelompok BMI. Hasil penelitian ini berbanding terbalik dengan penelitian Banerjee et al. pada tahun 2014 yang membandingkan fungsi paru berdasarkan BMI dan jenis kelamin. Banerjee J et al. menemukan hubungan yang signifikan antara parameter fungsi paru pada kelompok obesitas non-asma pada wanita sementara tidak ada hubungan pada pria. Ini adalah keterbatasan penelitian ini. Penelitian ini menilai fungsi

paru dengan membandingkan BMI obesitas dengan BMI normal tanpa melihat perbedaan fungsi paru pada kedua jenis kelamin. Sebuah meta-analisis dari 62 penelitian BMI pada fungsi paru oleh Forno E et al. pada tahun 2018 menemukan bahwa pada orang dewasa peningkatan BMI diikuti oleh penurunan nilai FVC. FVC dipengaruhi oleh peningkatan BMI, hal ini dapat terjadi karena keterbatasan dalam pergerakan diafragma dan dinding dada pada subjek dengan peningkatan BMI. Obesitas umumnya tidak menekan FVC dan FEV1 ketika dikaitkan dengan BMI, tetapi pola obesitas yang signifikan seperti obesitas sentral umumnya berkorelasi dengan penurunan FVC dan FEV1. Perbedaan dalam hasil penelitian ini dapat disebabkan oleh pola distribusi lemak yang tidak dapat dibedakan menggunakan klasifikasi BMI. Obesitas memengaruhi fungsi pernapasan dan ekspansi paru-paru ketika ada penumpukan lemak di atas diafragma, perut, dan interkostal. BMI digunakan untuk mengklasifikasikan obesitas, tetapi tidak dapat membedakan antara massa lemak dan massa otot, dan tidak menjelaskan pola distribusi lemak regional.

Hubungan FEV1 dengan obesitas dan BMI normal pada spirometri

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai $p=0,535$ ($p>0,05$). Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara BMI dengan parameter fungsi paru FEV1. Hasil penelitian ini didukung oleh Satriyani dkk. dengan mengambil sampel populasi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi angkatan 2015. Satriyani dkk. menemukan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara BMI dengan VEP1. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Al Ghobain tahun 2012 mengenai obesitas dan fungsi paru pada spirometri yang menemukan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara subjek obesitas dan non-obesitas pada parameter FEV1, FVC, dan fungsi paru FEV1/FVC. Pengaruh obesitas pada penilaian spirometri tidak konsisten di antara penelitian dengan beberapa menunjukkan hubungan yang signifikan dan yang lainnya tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Penelitian yang dilakukan oleh Haznawati, dkk. pada tahun 2019 melakukan penilaian fungsi paru dengan membandingkan beberapa indikator obesitas dan menemukan bahwa tidak terdapat hubungan statistik antara BMI, lingkaran pinggang, lemak visceral, dan persentase lemak tubuh dengan kapasitas vital paru. Melihat analisis crosstabs pada penelitian ini, Haznawati, dkk. menyatakan bahwa persentase lemak tubuh memiliki korelasi yang baik dengan parameter fungsi paru dibandingkan dengan indikator obesitas lainnya. Peningkatan metabolisme akibat massa lemak akan meningkatkan konsumsi O₂ dan produksi CO₂ sehingga mengakibatkan peningkatan ventilasi yang menyebabkan penurunan kapasitas vital dan volume residu. Petters U, dkk. pada tahun 2018 juga memperoleh hasil yang serupa yaitu pola distribusi lemak memiliki hubungan yang lebih kuat dengan fungsi paru dibandingkan dengan BMI. Penentuan status gizi obesitas menggunakan BMI tidak menggambarkan bagaimana distribusi lemak pada individu obesitas yang menjadi keterbatasan dalam penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Forno E. dkk. pada tahun 2018 terdapat salah satu penelitian yang menyatakan bahwa obesitas berhubungan signifikan dengan FEV1 pada orang dewasa. Nilai FEV1 pada individu dengan BMI obesitas lebih rendah dibandingkan pada individu dengan BMI

normal. Hasil penelitian lain yang dievaluasi dalam penelitian Melo et al. pada tahun 2014 menyatakan bahwa gangguan mobilitas dada yang membatasi gerakan inspirasi dan ekspirasi serta kelebihan lemak di rongga perut seperti yang terjadi pada individu obesitas dianggap sebagai penyakit restriktif. Penyakit paru restriktif juga dapat terjadi akibat terbatasnya fungsi neuromuskular dan gerakan dinding dada sehingga mengakibatkan hambatan fisik. FEV1 merupakan salah satu indeks spirometri yang digunakan untuk menilai resistensi jalan napas dan kepatuhan paru total. Dalam penelitian ini, interpretasi yang digunakan dalam hasil tes fungsi paru dikategorikan sebagai normal dan abnormal sehingga tidak dapat menjelaskan hubungan antara obesitas dengan penyakit paru obstruktif atau restriktif.

Hubungan FEV1/FVC dengan obesitas dan BMI normal pada spirometri

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai $p = 1.000$ ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara BMI dengan parameter fungsi paru FEV1/FVC. Hasil penelitian ini didukung oleh Forno E et al. tahun 2018 yang menemukan bahwa penurunan rasio FEV1/FVC pada anak dengan obesitas lebih menonjol dibandingkan pada orang dewasa. Hasil serupa juga diperoleh dari penelitian yang membandingkan fungsi paru pada semua kelompok BMI oleh Bhatti U et al. tahun 2019 bahwa FEV1/FVC memiliki perbedaan yang signifikan pada semua kelompok BMI, yaitu pada kelompok BMI kurus terdapat hubungan positif dengan FEV1/FVC. hubungan negatif antara FEV1/FVC dengan BMI overweight dan tidak terdapat hubungan antara FEV1/FVC dengan BMI obesitas. Penelitian yang dilakukan oleh Petters U et al. pada tahun 2018 juga dijelaskan bahwa tidak terdapat pengaruh obesitas terhadap FEV1/FVC kecuali pada BMI di atas 62 kg/m², namun parameter fungsi paru FEV1 dan FVC sedikit berkurang akibat obesitas.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Banerjee J et al. pada tahun 2014 memperoleh hasil yang berbeda dengan penelitian ini, yaitu rasio FEV1/FVC dipengaruhi oleh peningkatan BMI yang mungkin terjadi akibat keterbatasan gerakan diafragma dan dinding dada. FEV1/FVC memiliki hubungan positif dengan peningkatan BMI. Mafort et al. pada tahun 2016 menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara peningkatan BMI dengan fungsi paru yang diukur menggunakan spirometri, namun obesitas hanya sedikit berpengaruh terhadap hasil pengukuran kecuali pada kondisi obesitas tidak sehat. Kelainan pernapasan didominasi oleh imobilisasi dada dan diafragma yang mengakibatkan penurunan parameter FVC dan FEV1 sehingga nilai FEV1/FVC dapat dipertahankan atau sedikit ditingkatkan.

KESIMPULAN

Tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara obesitas BMI dan parameter fungsi paru-paru FVC, FEV1, dan FEV1/FVC pada mahasiswa kedokteran.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Ghobain, M., 2012. The effect of obesity on spirometry tests among healthy non-smoking adults. *BMC Pulm Med* 12, 10.
- Antonella LoMauro, A.A., 2018. Sex differences in respiratory function. *breathe* 14, 131–140.

- Balitbangkes, 2018. Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) | Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Banerjee, J., Roy, A., Singhamahapatra, A., Dey, P.K., Ghosal, A., Das, A., 2014. Association of body mass index with lung function parameters in non-asthmatics identified by spirometric protocols. *JCDR* 8, 12–14.
- Dixon, A.E., Peters, U., 2018. The Effect of Obesity on Lung Function. *Expert Rev Respir Med* 12, 755.
- Erick Forno, Yueh-Ying Han, James Mullen², and J.C., 2018. Overweight, obesity, and lung function in children and adults – a meta-analysis. *Physiol Behav* 176, 139–148.
- Gaye Ulubay, Aslı Görek Dilektaşlı, Şermin Börekçi, Öznur Yıldız, Esen Kıyan, Bilun Gemicioğlu, Sevgi Saryal, 2019. Turkish Thoracic Society Consensus Report: Interpretation of Spirometry. *Turk Thorac J* 20, 69–89.
- Graham, B.L., Steenbruggen, I., Miller, M.R., Barjaktarevic, I.Z., Cooper, B.G., Hall, G.L., Hallstrand, T.S., Kaminsky, D.A., Mccarthy, K., McCormack, M.C., Oropez, C.E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M.P., Thompson, B.R., 2019. Standardization of Spirometry 2019 Update. *Am J Respir Crit Care Med* . 200, e70–e88.
- Haynes, J.M., 2018. Basic spirometry testing and interpretation for the primary care provider. *Can J Respir Ther* 54, 92–98.
- Haznawati, N.D., Probosari, E., Fitranti, D.Y., 2019. Hubungan Indikator Obesitas Dengan Kapasitas Vital Paru Pada Remaja Akhir. *J. Nutr* 8, 95.
- John E. Hall, 2016. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 13th ed, elsevier.
- Lamb, K., Theodore, D., Bhutta, B.S., 2017. A Simple Measure to Assess Hyperinflation and Air Trapping: 1-Forced Expiratory Volume in Three Second / Forced Vital Capacity. *Balkan Med J* 34, 113–118.
- Langan, R.C., Goodbred, A.J., 2020. Office Spirometry: Indications and Interpretation. *Am Fam Physician* 101, 362–368.
- Littleton, S.W., 2012. Impact of obesity on respiratory function. *Respirology* 17, 43–49.
- Lutfi, M.F., 2017. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidiscip Respir Med* 12, 1–12.
- Mafort, T.T., Rufino, R., Costa, C.H., Lopes, A.J., 2016. Obesity: Systemic and pulmonary complications, biochemical abnormalities, and impairment of lung function. *Multidiscip Respir Med* 11, 1–11.
- Melo, L.C., Mendonça Da Silva, M.A., Carolina, A., Calles, N., 2014. Obesity and lung function: a systematic review. *eins* 12, 120–125.
- Mohammed, M.S., Sendra, S., Lloret, J., Bosch, I., 2018. Review Article Systems and WBANs for Controlling Obesity. *J Healthc Eng* 2018, 21.
- Peters, U., Dixon, A., Forno, E., 2018a. Obesity and Asthma. *J Allergy Clin Immunol* 141, 1169–1179.
- Peters, U., Suratt, B.T., T Bates, J.H., Dixon, A.E., BCh, B., 2018b. Beyond BMI Obesity and Lung Disease. *Chest* 702–709.
- Ruppel, G.L., Enright, P.L., 2012. Pulmonary function testing. *Respir Care* 57, 165–175.
- Salome, C.M., King, G.G., Berend, N., 2010. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* 108, 206–211.
- Satriyani, Pandelaki, K., Wongkar, M.C.P., 2015.

Hubungan Obesitas Dengan Faal Paru Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado. *e-CliniC* 3, 113–117.

Urooj Bhatti, Zulfiqar Ali L Aghari, Binafsha Manzoor Syed, 2019. Effect of Body Mass Index on respiratory parameters: A Cross-sectional Analytical Study. *Pak J Med Sci* 35, 1724–1729.

Vinar Kumar, Abdul K.Abbas, Jon C.Aster, 2018. *Robbins Basic Pathology*, 10th ed. Elsevier, Philadelphia.

Wang, S., Sun, X., Hsia, T.-C., Lin, X., Li, M., 2017. The Effects of Body Mass Index on Spirometry Tests Among Adults in Xi'an, China. *Medicine (Baltimore)* 96, 13–16