

Analisis Korelasi Parameter Lipid dengan Penilaian Fungsi Paru Menggunakan Spirometri Digital pada Populasi Dewasa

Correlation Analysis Between Lipid Parameters and Pulmonary Function Measured by Digital Spirometry in Adult Population

Susy Olivia Lontoh^{1*}, Alexander Halim Santoso², Daniel Goh³, Gracienne³

¹Universitas Tarumanagara, Ilmu Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

²Universitas Tarumanagara, Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

³Universitas Tarumanagara, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

Kata Kunci :

Fungsi Paru, Parameter Lipid, Spirometri Digital

ABSTRAK

Pendahuluan: Penyakit paru merupakan penyebab utama morbiditas pada populasi dewasa, sehingga deteksi dini dengan spirometri penting dilakukan untuk mengevaluasi fungsi paru. Profil lipid, termasuk kolesterol total, HDL, LDL, dan trigliserida, mencerminkan status metabolik dan dikaitkan dengan kondisi inflamasi sistemik yang dapat memengaruhi kesehatan paru juga. Tujuan penelitian menganalisis korelasi antara profil lipid dengan parameter fungsi paru melalui penilaian FEV1, pada populasi dewasa. Metode: Studi observasional potong lintang ini dilakukan di wilayah Danau Sunter pada Maret–Mei 2025. Fungsi paru diukur menggunakan spirometer digital Minato AS-507, sedangkan profil lipid diperoleh dari darah vena setelah puasa ≥ 8 jam dan dianalisis menggunakan metode dry-strip berbasis kimia kering. Uji korelasi Pearson digunakan untuk variabel berdistribusi normal. Hasil: Tidak semua indikator profil lipid dan indikator fungsi paru menunjukkan hasil yang signifikan secara uji statistik. Namun, terdapat korelasi positif signifikan variabel usia dengan FEV1 ($r = 0,295$; $p = 0,023$), antara kadar HDL dengan FEV1 ($r = 0,284$; $p = 0,029$). Kesimpulan: Fungsi paru dapat dipengaruhi oleh faktor metabolik dan usia. Untuk faktor metabolik, kadar HDL yang menunjukkan korelasi signifikan terhadap fungsi paru, sehingga penelitian lanjutan perlu memasukkan variabel gaya hidup dan aktivitas fisik yang mungkin berhubungan.

Keywords :

Digital Spirometry, Lipid profiles, Lung function

ABSTRACT

Introduction: Lung disease is the leading cause of morbidity in the adult population, so early detection using spirometry is important for evaluating lung function. Lipid profiles, including total cholesterol, HDL, LDL, and triglycerides, reflect metabolic status and are associated with systemic inflammatory conditions that can also affect lung health. The aim of this study was to analyze the correlation between lipid profiles and lung function parameters through FEV1% assessment in the adult population. Methods: This cross-sectional observational study was conducted in the Danau Sunter area from March to May 2025. Lung function was measured using a Minato AS-507 digital spirometer, while lipid profiles were obtained from venous blood after fasting for ≥ 8 hours and analyzed using a dry-strip chemical method. Pearson's correlation test was used for normally distributed variables. Results: Not all lipid profile indicators and lung function indicators showed statistically significant results. However, there was a significant positive correlation between age and FEV1% ($r = 0.295$; $p = 0.023$) and between HDL levels and FEV1 ($r = 0.284$; $p = 0.029$). Conclusion: Lung function can be influenced by metabolic factors and age. For metabolic factors, HDL levels show a significant correlation with lung function, so further research needs to include variables such as lifestyle and physical activity that may be related.

Corresponding Author:

Susy Olivia Lontoh

Universitas Tarumanegara, Ilmu Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

Email: susyo@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 27 Juli 2025

Revised date : 27 Juli 2025

Accepted date : 31 Juli 2025

PENDAHULUAN

Penyakit paru pada populasi dewasa merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia. (Kosasih et al., 2025) Salah satu pencegahan yang dapat dilakukan dalam bentuk skrining adalah menjalani penilaian fungsi paru. (Apriningsih et al., 2024; Kosasih et al., 2025) Pemeriksaan ini merupakan jenis pemeriksaan diagnostik non-invasif dan cukup efisien. Parameter yang dinilai menggunakan spirometri dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai fungsi dan kapasitas paru. (Uyainah et al., 2017) Penilaian ini penting sebagai sebuah deteksi dini gangguan paru pada populasi dewasa.

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru tidak hanya berkaitan dengan faktor lingkungan seperti polusi dan rokok, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor metabolik, salah satunya adalah profil lipid. (Rafie et al., 2018) Profil lipid, yang meliputi kolesterol total, *High Density Lipoprotein* (HDL), *Low Density Lipoprotein* (LDL), dan trigliserida (TG), sering kali digunakan sebagai indikator status metabolik dan risiko kardiovaskular. (Ernawati et al., 2023) Namun, hubungan antara profil lipid dan fungsi paru belum sepenuhnya dipahami, meskipun terdapat dugaan bahwa kelainan lipid dapat mempengaruhi kapasitas paru melalui mekanisme inflamasi sistemik dan stres oksidatif. (Rafie et al., 2018)

Kadar kolesterol total dan LDL yang tinggi telah diasosiasikan dengan peningkatan risiko restriksi paru, sedangkan HDL memiliki peran protektif melalui aktivitas antiinflamasi dan antioksidan. (Oh et al., 2024; Rafie et al., 2018) Selain itu, tingginya kadar TG/HDL-C juga dilaporkan berkaitan dengan penurunan parameter fungsi paru. (Y. Choi et al., 2024) Namun, masih diperlukan bukti empiris yang lebih kuat, terutama pada populasi dewasa di

Indonesia, untuk memperjelas korelasi antara profil lipid dan kapasitas paru.

Analisis profil lipid dapat menjadi kunci untuk memahami keterkaitan antara gangguan metabolik dan fungsi paru. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antara parameter lipid dengan parameter fungsi paru yang dinilai menggunakan spirometri pada populasi dewasa. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan jawaban hubungan antara parameter lipid dengan parameter fungsi paru.

METODE

Penelitian ini merupakan studi observasional dengan pendekatan potong lintang (*cross-sectional*) yang dilaksanakan di wilayah Danau Sunter selama periode Maret hingga Mei 2025. Populasi target dalam penelitian ini adalah kelompok dewasa berusia minimal 18 tahun yang berdomisili atau memiliki aktivitas rutin di wilayah tersebut. Pemilihan subjek dilakukan menggunakan teknik *consecutive sampling*, dimana seluruh individu yang memenuhi kriteria dimasukkan secara berurutan hingga jumlah sampel terpenuhi.

Kriteria inklusi meliputi individu dewasa yang bersedia mengikuti seluruh rangkaian pemeriksaan, mampu mengikuti instruksi prosedur spirometri, dan tidak sedang mengonsumsi obat-obatan yang memengaruhi metabolisme lipid. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup subjek dengan kontraindikasi untuk pemeriksaan spirometri, seperti adanya riwayat penyakit jantung atau paru berat, hipertensi tidak terkontrol, infark miokard akut dalam tiga bulan terakhir, serta gangguan muskuloskeletal atau neurologis yang menghambat manuver ekspirasi maksimal. Selain itu, subjek dengan kondisi akut, seperti infeksi aktif atau demam, serta konsumsi alkohol atau merokok berat dalam 24 jam terakhir juga dikeluarkan dari penelitian untuk menjaga validitas profil lipid.

Variabel tergantung dalam penelitian ini mencakup parameter fungsi paru, yaitu *Vital Capacity (VC)*, *Forced Vital Capacity (FVC)*, *Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1)*, dan *FEV1%*. Seluruh parameter tersebut diukur menggunakan spirometer digital Minato AS-507 oleh tenaga kesehatan terlatih sesuai protokol standar. Sementara itu, variabel bebas meliputi profil lipid yang terdiri atas kolesterol total, *High-Density Lipoprotein (HDL)*, *Low-Density Lipoprotein (LDL)*, dan trigliserida. Pemeriksaan profil lipid dilakukan melalui pengambilan darah vena setelah puasa minimal delapan jam, kemudian dianalisis menggunakan metode *dry-strip* berbasis kimia kering.

Seluruh data dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson untuk menilai kekuatan dan arah hubungan antarvariabel yang berdistribusi normal. Tingkat kemaknaan ditetapkan pada $\alpha = 0,05$ dengan tingkat kekuatan uji (power) sebesar 80% ($\beta = 0,20$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 59 responden berpartisipasi dalam penelitian ini dengan rerata usia 44,34 tahun dan rentang usia antara 21 hingga 67 tahun. Distribusi jenis kelamin cukup seimbang, meskipun sedikit lebih banyak peserta laki-laki (54,2%) dibandingkan perempuan (45,8%). Secara umum, rerata kadar kolesterol total berada pada batas atas normal (207,36 mg/dL), dengan variasi yang luas (100–288 mg/dL). Rata-rata kadar HDL sebesar 50,22 mg/dL, yang secara klinis mendekati ambang batas protektif terhadap penyakit kardiovaskular. Untuk LDL, nilai rerata adalah 124,23 mg/dL, yang menunjukkan profil lemak cenderung moderat. Nilai trigliserida menunjukkan variasi yang cukup tinggi (rata-rata 164,98 mg/dL, dengan rentang 57–526 mg/dL), menunjukkan kemungkinan adanya peserta dengan risiko metabolik yang lebih tinggi. Parameter fungsi paru (VC, FVC, FEV1, dan FEV1%) menunjukkan nilai rerata yang masih dalam kisaran fungsional dengan FEV1% mencapai nilai optimal (103,46%). (Tabel 1)

Tabel 1. Karakteristik Dasar Responden Penelitian

Parameter	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia		44,34 (11,85)	45 (21 – 67)
Jenis Kelamin			
• Laki-Laki	32 (54,2%)		
• Perempuan	27 (45,8%)		
Kolesterol Total		207,36 (43,12)	204 (100 – 288)
<i>High Density Lipoprotein (HDL)</i>		50,22 (15,67)	49 (17 – 91)
<i>Low Density Lipoprotein (LDL)</i>		124,23 (33,65)	125 (34 – 192)
Trigliserida		164,98 (97,10)	136 (57 – 526)
VC (L)		79,32 (18,66)	78 (34 – 129)
FVC (L)		70,07 (16,03)	70 (34 – 118)
FEV1,0 (L)		68,22 (16,07)	69 (41 – 110)
FEV1.0% (%)		103,46 (13,71)	107 (54 – 121)

Seiring dengan bertambahnya usia, terjadi penurunan fungsi fisiologis tubuh manusia, termasuk sistem pernafasan dan fungsi paru. Fakta ini digambarkan dengan hasil dari penelitian ini yang menunjukkan korelasi negatif antara usia dengan kebanyakan parameter pemeriksaan fungsi paru. Hasil tersebut sejalan dengan sebuah penelitian oleh Mankar K, et al. (2022) yang menyatakan penurunan parameter fungsi paru seperti FVC dan FEV1 yang mengindikasikan fungsi paru menurun dengan bertambahnya usia, meskipun hal tersebut juga diperburuk oleh faktor lain seperti tingginya indeks massa tubuh seseorang.(Mankar et al., 2022) Hal ini juga sejalan dengan *literature review* oleh Wesnawa WADP, et al. (2025) yang menyatakan

penurunan fungsi paru pada lansia cenderung disebabkan oleh perubahan bentuk anatomis dari dinding dada dan paru serta penurunan kekuatan otot-otot pernafasan.(Wesnawa et al., 2025) Meski demikian, hasil penelitian ini juga memperlihatkan dinamika yang menarik pada salah satu parameter fungsi paru yang menunjukkan pola berbeda.

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa sebagian besar hubungan antara usia dan profil lipid dengan parameter fungsi paru tidak bermakna secara statistik. Namun, terdapat pengecualian penting pada dua temuan. Pertama, usia memiliki korelasi positif yang signifikan terhadap FEV1% ($r = 0,295$; $p = 0,023$). (Tabel 2, Gambar 1) Temuan ini bertolak belakang dengan literatur yang

umumnya menunjukkan penurunan FEV1% seiring bertambahnya usia, sehingga memerlukan pembahasan lebih lanjut terkait kondisi fisik atau aktivitas responden.

Kedua, kadar HDL menunjukkan korelasi positif yang signifikan terhadap FEV1,0 (r =

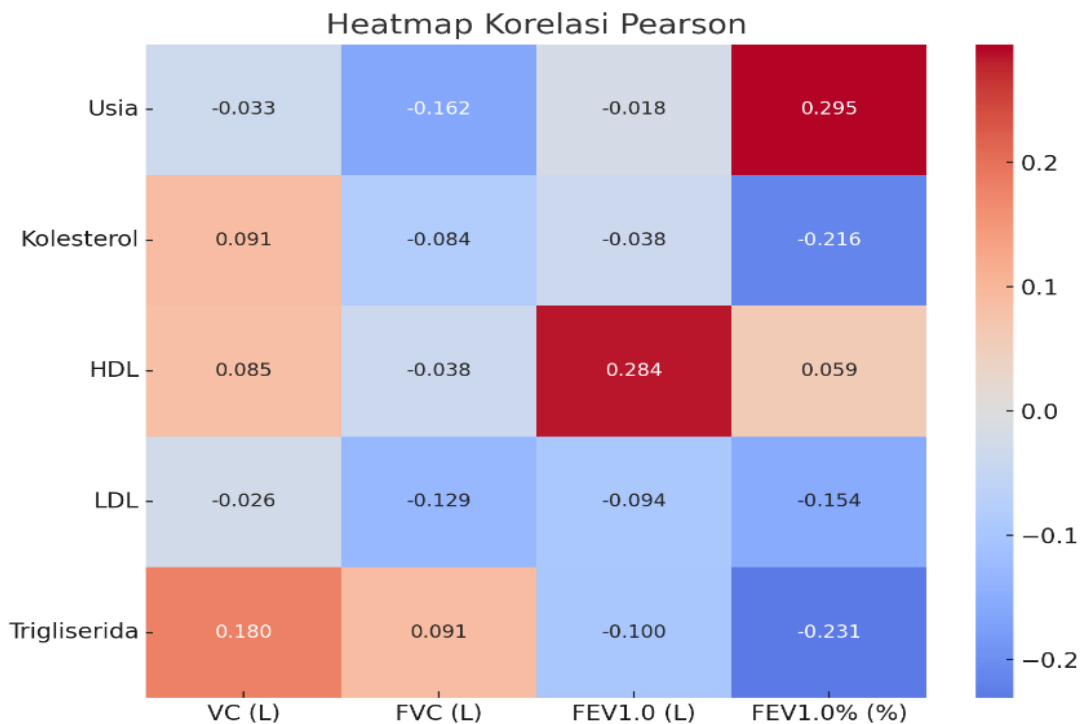
0,284; p = 0,029). Artinya, semakin tinggi kadar HDL, semakin baik volume udara yang dapat dikeluarkan dalam satu detik. (Tabel 2,

Tabel 2. Korelasi Usia dan Profil Lipid dengan Fungsi Paru

Parameter		VC (L)	FVC (L)	FEV1.0 (L)	FEV1.0% (%)
Usia	<i>Pearson Correlation</i>	-0.033	-0.162	-0.018	0.295*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.802	0.220	0.891	0.023
Kolesterol	<i>Pearson Correlation</i>	0.091	-0.084	-0.038	-0.216
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.492	0.527	0.774	0.100
HDL	<i>Pearson Correlation</i>	0.085	-0.038	0.284*	0.059
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.524	0.775	0.029	0.657
LDL	<i>Pearson Correlation</i>	-0.026	-0.129	-0.094	-0.154
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.846	0.332	0.478	0.245
Trigliserida	<i>Pearson Correlation</i>	0.180	0.091	-0.100	-0.231
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.172	0.494	0.449	0.078

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*



Gambar 1. Visualisasi Korelasi Usia dan Profil Lipid dengan Fungsi Paru

Gambar 1) Hal ini konsisten dengan beberapa temuan sebelumnya yang menyebutkan bahwa HDL dapat berperan protektif terhadap inflamasi sistemik, yang turut berkontribusi terhadap perbaikan fungsi paru.

Sementara itu, kolesterol total, LDL, dan trigliserida tidak menunjukkan hubungan bermakna terhadap seluruh parameter fungsi paru. Meskipun demikian, trigliserida tampak memiliki tren hubungan negatif terhadap FEV1% (r = -0,231; p = 0,078), meskipun

belum mencapai signifikansi statistik. (Tabel 2, Gambar 1)

Pada penelitian ini didapatkan hasil korelasi positif yang signifikan antara usia dengan salah satu parameter fungsi paru yaitu FEV1% ($p: 0.023$, $r: 0.295$), mengindikasikan peningkatan nilai FEV1% seiring dengan pertambahan usia. FEV1% merupakan merupakan persentase perbandingan dari FEV1 dengan FVC, dimana berdasarkan sebuah *systematic review* oleh Thomas E, et al. (2019), nilai FEV1% cenderung menurun 0.29% setiap tahunnya.(Thomas et al., 2019) Namun studi lain oleh Abdullah S, et al. (2019) menyebutkan perubahan fungsi paru baru tampak secara signifikan pada populasi berusia lebih dari 60 tahun.(Abdullah et al., 2019) Lebih lanjut nilai FEV1% dipengaruhi oleh banyak faktor lain seperti indeks massa tubuh, kebiasaan merokok, riwayat penyakit paru atau jantung sebelumnya, aktivitas fisik, dan faktor-faktor lainnya. Melihat dari rerata usia responden pada penelitian ini adalah 44.43 tahun dan nilai tengah 45 tahun serta tidak dinilainya faktor lain yang mempengaruhi nilai FEV1%, mungkin dapat menjelaskan alasan didapatkan hasil korelasi positif antara usia dengan nilai FEV1% pada penelitian ini.(Kim et al., 2025)

Temuan lain yang mendukung hubungan antara faktor metabolik dan fungsi paru juga teridentifikasi dalam analisis terhadap salah satu parameter lipid. Nilai HDL dengan parameter paru FEV1 menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan ($p: 0.029$, $r: 0.284$). Hal ini juga sejalan dengan sebuah *systematic review* oleh Maştaleru A, et al. (2024) yang menyatakan serum HDL dalam nilai normal memiliki efek antiinflamasi serta berdampak pada perbaikan fungsi paru pada beberapa pasien dengan asma.(Maştaleru et al., 2024) Sebuah studi lain yang sejalan oleh Lee C, et al. (2023) juga menunjukkan adanya hubungan konsisten antara HDL dengan FEV1, serta didapatkan adanya peningkatan 0.5%-1.7% nilai FEV1 setiap kenaikan 1 SD serum HDL.(Lee et al., 2023) Salah satu komponen dari serum HDL, ApoA-1 yang utamanya tersintesis di hepar, ditemukan juga pada sel epitelial paru dan makrofag alveolar. Hilangnya ApoA-1 disebutkan dapat menyebabkan peningkatan hiperresponsivitas saluran napas, pengendapan kolagen, dan tingkat biomarker stres oksidatif di paru.(Kotlyarov, 2022)

Meskipun peran protektif HDL terhadap fungsi paru telah banyak didukung oleh bukti ilmiah, beberapa studi menunjukkan adanya peran ganda HDL terhadap fungsi paru pada kadar yang tinggi. Studi oleh Liu M, et al. (2025) menyatakan nilai serum HDL di atas 66 mg/dL berkaitan dengan terganggunya fungsi paru dan menyebabkan retensi gas.(Liu et al., 2025) Studi lain juga menjelaskan bahwa efek proinflamasi dari tingginya serum HDL berkaitan dengan ApoA-1 yang mengaktifkan $\text{nf-k}\beta$ sehingga menginduksi produksi makrofag melalui jalur TLR2, TLR4, CD14, dan MyD88. Untuk itu penting untuk mempertahankan nilai serum HDL, bukan hanya tidak terlalu rendah, namun juga diperhatikan agar tidak terlalu tinggi. Temuan ini menunjukkan tidak semua jenis profil lipid memberikan dampak yang sama terhadap fungsi paru.(Kotlyarov, 2022)

Parameter lipid lain seperti kolesterol total, LDL dan trigliserida tidak menunjukkan adanya korelasi yang signifikan terhadap parameter fungsi paru. Beberapa studi mendukung temuan bahwa kolesterol total, LDL, dan trigliserida tidak selalu menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap parameter fungsi paru. Penelitian oleh Choi et al. (2018) pada populasi dewasa di Korea menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan penurunan FEV1 pada individu dengan dislipidemia, hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik setelah penyesuaian terhadap faktor perancu seperti usia, obesitas, dan merokok.(W.-H. Choi et al., 2018) Beberapa peneliti menduga bahwa variabilitas respons metabolik antar individu serta peran mediator inflamasi yang lebih kompleks menjadi faktor penghambat terbentuknya pola hubungan yang konsisten. Lebih lanjut, temuan penelitian ini menunjukkan tren negatif dari trigliserida terhadap salah satu parameter fungsi paru yaitu FEV1. Hal ini menunjukkan semakin tingginya kadar trigliserida maka terdapat penurunan nilai FEV1 yang mengindikasikan penurunan volume udara yang dikeluarkan pada 1 detik ekspirasi paksa. Namun, temuan yang tidak signifikan ini tetap penting, karena menegaskan bahwa hubungan lipid-paru lebih multifaktorial dan tidak dapat disederhanakan hanya berdasarkan kadar lipid total. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan komprehensif dengan mempertimbangkan kombinasi biomarker dan faktor risiko lain untuk memahami sepenuhnya hubungan ini.(Teixeira, 2022; Temba et al., 2023)

KESIMPULAN

Penurunan fungsi paru dapat terjadi seiring dengan bertambahnya usia, namun faktor lain seperti gaya hidup dan aktivitas fisik juga dapat berpengaruh. Lebih lanjut, faktor metabolik seperti panel lipid juga berpengaruh terhadap fungsi paru. Serum HDL memiliki peran ganda dalam memengaruhi fungsi paru, sedangkan panel lipid lainnya didapatkan tidak memiliki korelasi dengan fungsi paru. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk menilai lebih dalam mengenai hubungan parameter fungsi paru dengan profil lipid dengan memperhatikan gaya hidup dan juga aktivitas fisik responden.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. S., Taha, J. H., Ahmed, M. H., & Abdullah, K. S. (2019). The Influence of Age on Pulmonary Function, A Cross Sectional Study on a Sample of Healthy Iraqi Males and Females Population. *Journal of Physics: Conference Series*, 1178(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1178/1/012027>
- Apriningsih, H., Prabowo, N., Ardyanto, T., Myrtha, R., Sari, M., Shofiyah, L., Aryani, N., Nugroho, N., Dyanneza, F., & Suwandono, A. (2024). Peningkatan Pengetahuan Petugas Kesehatan Mengenai Peran Spirometri Sebagai Alat Deteksi Dini Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) di Fasilitas Kesehatan Layanan Primer Hendrastutik. In *Primer Smart Society Empowerment Journal / (Vol. 4, Issue 1)*.
- Azzahra, W., Kaidah, S., Marisa, D., Asnawati, A., & Haryati, H. (2024). KORELASI TEBAL LEMAK BAWAH KULIT DENGAN NILAI FVC PADA MAHASISWA PSKPS FK ULM. *Homeostasis*, 7(1), 201-206.
- Choi, W.-H., Seo, Y.-M., Yang Jeon, M., & Young Choi, S. (2018). Convergence Study on the Comparison of Risk Factors for Dyslipidemia by Age and Gender: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey(2013~2015year). *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(10), 571–587. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.10.571>
- Choi, Y., Balte, P. P., Jacobs, D. R., Kalhan, R., Kaplan, R., Kronmal, R. A., Loehr, L. R., London, S. J., Navas-Acien, A., Newman, A. B., O'Connor, G. T., Schwartz, J., Smith, J. E., Smith, L. J., White, W. B., Yende, S., & Oelsner, E. C. (2024). The Association of the Triglyceride/High-Density Lipoprotein Cholesterol (TG/HDL-C) Ratio with Lung Function and Respiratory Outcomes: The NHLBI Pooled Cohort Study. *C105. Respiratory Revelations: Epidemiologic Studies In Asthma, Copd, And Lung Function*, A6775–A6775. https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2024.209.1_MeetingAbstracts.A6775
- Ernawati, E., Adjie, E. K. K., Firmansyah, Y., Yogie, G. S., Setyanegara, W. G., & Kurniawan, J. (2023). Pengaruh Kadar Profil Lipid, Asam Urat, Indeks Massa Tubuh, Tekanan Darah, dan Kadar Gula Darah Terhadap Penurunan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Usia Produktif. *Malahayati Nursing Journal*, 5(8), 2679–2692. <https://doi.org/10.33024/mnj.v5i8.10414>
- Effiyana, A., Kaidah, S., Marisa, D., Asnawati, A., & Haryati, H. (2024). KORELASI INDEKS OBESITAS SENTRAL DENGAN NILAI FVC PADA MAHASISWA PSKPS FK ULM. *Homeostasis*, 7(1), 35-40.
- Kim, N. Y., Kim, D. K., Park, S., Hwang, Y. Il, Seo, H., Park, D., Park, S. J., Lee, J. H., Yoo, K. H., & Lee, H. W. (2025). Risk Factors of FEV₁/FVC Decline in COPD Patients. *Journal of Korean Medical Science*, 40(6), e32. <https://doi.org/10.3346/jkms.2025.40.e32>
- Kosasih, R., Santoso, A. H., Gunaidi, F. C., Alviyanto, F., & Pratama, A. (2025). Waspada Gangguan Pernapasan: Peran Skrining Spirometri dalam Pencegahan Penyakit Paru di Kelurahan Grogol Preventing Lung Disease through Spirometry Screening: Community-Based Respiratory Health Initiative in Grogol Village. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nian Tana*, 3(2), 52–58. <https://doi.org/10.59603/jpmnt.v3i2.879>
- Kotlyarov, S. (2022). High-Density Lipoproteins: A Role in Inflammation in COPD. In *International Journal of Molecular Sciences (Vol. 23, Issue 15)*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms23158128>
- Lee, C., Cha, Y., Bae, S. H., & Kim, Y. S.

- (2023). Association between serum high-density lipoprotein cholesterol and lung function in adults: three cross-sectional studies from US and Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *BMJ Open Respiratory Research*, 10(1). <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2023-001792>
- Liu, M., Gao, C., Li, J., Zhang, Y., Gao, R., Yang, C., & Zhang, J. (2025). The association between non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio and pulmonary function: evidence from NHANES 2007–2012. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1534958>
- Maştaleru, A., Popescu, G., Abdulan, I. M., Cumpăt, C. M., Costache, A. D., Grosu, C., & Leon, M. M. (2024). Association between Serum Lipids and Asthma in Adults—A Systematic Review. In *Nutrients* (Vol. 16, Issue 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/nu16132070>
- Oh, J. H., Chae, G., & Song, J. W. (2024). Blood lipid profiles as a prognostic biomarker in idiopathic pulmonary fibrosis. *Respiratory Research*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12931-024-02905-z>
- Octavia, F. N., Anggraini, F. T., Yetti, H., Irramah, M., Ermayanti, S., & Hanum, F. J. (2025). HUBUNGAN OBESITAS DENGAN FUNGSI PARU PADA PEMERIKSAAN SPIROMETRI MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS ANDALAS. *SINERGI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(3), 1703-1711.
- Rafie, S., Moitra, S., & Brashier, B. B. (2018). Association between the serum metabolic profile and lung function in chronic obstructive pulmonary disease. *Turkish Thoracic Journal*, 19(1), 13–18. <https://doi.org/10.5152/TurkThoracJ.2017.17043>
- Teixeira, M. M. (2022). *Editor's evaluation: Differences in the inflammatory proteome of East African and Western European adults and associations with environmental and dietary factors.* <https://doi.org/10.7554/eLife.82297.sa0>
- Temba, G. S., Vadaq, N., Kullaya, V., Pecht, T., Lionetti, P., Cavalieri, D., Schultze, J. L., Kavishe, R., Joosten, L. A., van der Ven, A. J., Mmbaga, B. T., Netea, M. G., & de Mast, Q. (2023). *Author response: Differences in the inflammatory proteome of East African and Western European adults and associations with environmental and dietary factors.* <https://doi.org/10.7554/eLife.82297.sa2>
- Thomas, E. T., Guppy, M., Straus, S. E., Bell, K. J. L., & Glasziou, P. (2019). Rate of normal lung function decline in ageing adults: A systematic review of prospective cohort studies. In *BMJ Open* (Vol. 9, Issue 6). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028150>
- Uyainah, A., Amin, Z., & Thufeilsyah, F. (2017). Spirometri. *Indonesian Journal of Chest*, 4(3), 35–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.2614/ijc.v4i3>