

The Effect of Physical Activity on Respiratory Rate in Humans

Nabilah Artanti¹, Fadilatul Fauziah¹, Mutia Zahra¹, Auliani Fitri¹, Cindy Maulina¹, Elin Elin¹, Mila Ermila Hendriyani¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia;

Article History

Received : December 05th, 2025

Revised : December 20th, 2025

Accepted : December 30th, 2025

*Corresponding Author: **Cindy**

Maulina, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia; Email:

2224230097@untirta.ac.id

Abstract: The human respiratory system plays a vital role in gas exchange, particularly the intake of oxygen (O₂) and the removal of carbon dioxide (CO₂), which are essential for cellular metabolism. Respiratory rate is a physiological parameter that reflects pulmonary ventilation activity and varies according to the intensity of physical activity. This study aimed to analyze the effect of physical activity on respiratory rate in five participants. A simple experimental method was used, involving three activity conditions: resting (sitting), walking, and running. Respiratory rate was measured for one minute under each condition with three repetitions, and the data were analyzed descriptively. The results showed that respiratory rate increased with higher levels of physical activity: 21–28 breaths per minute at rest, 24–48 during walking, and 30–86 during running. This increase indicates a physiological response to meet the body's elevated oxygen demand and CO₂ elimination during exertion. Therefore, respiratory rate can serve as an important indicator of physical adaptation, fitness level, and respiratory system efficiency. These findings have practical implications for health monitoring, physical education, and early detection of respiratory stress during exercise or clinical assessment.

Keywords: Respiratory system, respiratory rate, physical activity, oxygen, pulmonary ventilation.

Pendahuluan

Sistem pernapasan adalah suatu sistem biologi yang sangat penting, yang berfungsi secara langsung dalam mempertahankan eksistensi hidup melalui proses pertukaran gas antara organisme dan lingkungannya (Frida, 2020). Dalam proses ini, oksigen (O₂) diambil untuk mendukung metabolisme sel, terutama dalam proses pembuatan energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP) (Hasanah *et al.*, 2023), sedangkan karbon dioksida (CO₂), yang merupakan hasil dari metabolisme, harus dikeluarkan dengan baik agar keseimbangan fisiologis tubuh tetap terjaga (Wael *et al.*, 2025). Dengan demikian, efektivitas sistem pernapasan menjadi elemen penting bagi tubuh dalam beradaptasi dengan berbagai keadaan baik di dalam maupun di luar.

Sistem pernapasan secara anatomi dan fisiologi tersusun atas hidung, faring, laring,

trakea, bronkus, dan alveoli yang bekerja secara terintegrasi. Proses pernapasan meliputi pernapasan eksternal yang berlangsung di alveoli melalui difusi oksigen dan karbon dioksida antara udara dan darah kapiler paru (Tarwoto dan Wartonah, 2023), yang berperan penting dalam penyediaan O₂ dan pembuangan CO₂ (Kartini *et al.*, 2024). Sementara itu, pernapasan internal terjadi di jaringan tubuh saat oksigen digunakan untuk menghasilkan energi dan karbon dioksida dikembalikan ke paru-paru melalui sirkulasi darah (Ramadhani dan Widyaningrum, 2022). Selain berfungsi dalam pertukaran gas, sistem pernapasan juga berperan dalam pembentukan suara, penciuman, pengaturan keseimbangan asam-basa (Muttaqin, 2020) serta menyaring, melembapkan, dan menghangatkan udara sebelum mencapai paru-paru (Azizah *et al.*, 2023).

Konteks evaluasi fungsi pernapasan, frekuensi pernapasan atau respiratory rate (RR)

menjadi salah satu indikator fisiologis yang krusial. Pada orang dewasa yang sehat, RR normal berkisar antara 12 sampai 20 napas per menit dan dapat terpengaruh oleh aktivitas fisik, keadaan emosional, serta kondisi kesehatan (Kusyati *et al.*, 2024). Aktivitas fisik meningkatkan kebutuhan oksigen di jaringan, sehingga memicu kenaikan RR sebagai respons tubuh yang beradaptasi (Untari *et al.*, 2023). Meskipun hubungan ini telah dibahas secara teoritis, penelitian empiris sederhana yang mempelajari perubahan RR terkait dengan tingkat aktivitas fisik yang ringan hingga sedang dalam konteks non-klinis, khususnya di kalangan mahasiswa, masih terbilang sedikit (Sondakh *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan adanya peluang untuk penelitian yang aplikatif dan mendidik.

Berdasarkan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara tingkat aktivitas fisik dan perubahan respiratory rate (RR) pada mahasiswa. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada cara pengukuran RR yang sederhana, kontekstual, dan mudah diterapkan di lingkungan akademik sebagai bagian dari pembelajaran fisiologi pernapasan (Azmi *et al.*, 2021). Penelitian ini menjadi penting dalam menyediakan data empiris yang relevan bagi kelompok usia produktif sekaligus meningkatkan kesadaran mahasiswa akan pentingnya menjaga kesehatan sistem pernapasan sebagai upaya promosi dan pencegahan (Rajdeep *et al.*, 2023).

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini diselenggarakan pada Mei 2025 dengan mengambil lokasi di Lingkungan Kampus serta Laboratorium Hayati FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Prosedur pengambilan data frekuensi pernapasan dilakukan pada area outdoor, sedangkan tahapan analisis data dilaksanakan di dalam laboratorium.

Metode penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi stopwatch sebagai alat utama untuk mengukur durasi penghitungan frekuensi pernapasan. Selain itu, digunakan lembar kerja praktikum sistem pernapasan sebagai media pencatatan data hasil pengamatan.

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen semu (quasi-experimental) dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Penelitian eksperimen semu merupakan bentuk penelitian yang mendekati eksperimen sesungguhnya, namun tidak memungkinkan adanya pengendalian dan manipulasi variabel secara penuh terhadap subjek penelitian. Hal ini sejalan dengan karakteristik penelitian ini yang melibatkan subjek manusia, sehingga pembentukan kelompok kontrol dan perlakuan secara ketat tidak dapat dilakukan sebagaimana pada true experimental design.

Desain penelitian ini menggunakan satu kelompok subjek yang sama yang diberi beberapa kondisi perlakuan secara berurutan, yaitu kondisi duduk, berjalan, dan berlari. Pola ini sesuai dengan pandangan (Hasan *et al.*, 2025) yang menyatakan bahwa penelitian eksperimen semu bertujuan memperoleh informasi berdasarkan hasil pengamatan dari kondisi nyata yang tidak sepenuhnya dapat dikontrol atau dimanipulasi, namun tetap memungkinkan peneliti mengamati dampak perlakuan terhadap variabel yang diteliti.

Kondisi duduk ditetapkan sebagai perlakuan kontrol, karena pengukuran frekuensi pernapasan dilakukan pada saat subjek berada dalam keadaan rileks dan belum melakukan aktivitas fisik. Kondisi ini merepresentasikan keadaan fisiologis dasar (baseline) subjek, sehingga dapat digunakan sebagai pembanding terhadap perubahan frekuensi pernapasan yang terjadi setelah diberikan perlakuan aktivitas fisik dengan intensitas yang lebih tinggi. Penetapan kondisi kontrol ini sejalan dengan pendapat (Hasan *et al.*, 2025) yang menyatakan bahwa dalam eksperimen semu tetap dimungkinkan adanya kondisi pembanding, meskipun pengendalian variabel tidak dilakukan secara ketat.

Pendekatan kuantitatif digunakan karena data penelitian berupa angka hasil pengukuran frekuensi pernapasan, sedangkan analisis deskriptif bertujuan untuk menggambarkan pola perubahan frekuensi pernapasan pada setiap kondisi perlakuan tanpa melakukan pengujian hipotesis statistik inferensial. Pendekatan ini juga sejalan dengan pandangan (Hasan *et al.*, 2025) yang menekankan bahwa metode eksperimen memberikan kesempatan kepada subjek untuk

mengalami langsung perlakuan, sementara peneliti berfokus pada pengamatan dan pengumpulan data empiris untuk memahami fenomena yang terjadi.

Metode Sampling

Purposive sampling merupakan salah satu teknik pengambilan sampel nonprobabilitas yang dilakukan dengan cara menetapkan subjek penelitian secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Ksanjaya & Ega, 2022). Teknik ini digunakan ketika peneliti ingin memperoleh data dari subjek yang dianggap paling mampu memberikan informasi sesuai dengan fokus kajian, misalnya dalam penelitian yang menargetkan kelompok atau karakteristik tertentu. Keunggulan *purposive sampling* terletak pada kemampuannya menghasilkan data yang mendalam dan kaya informasi sehingga mendukung pemahaman yang komprehensif terhadap fenomena yang diteliti. Meskipun demikian, teknik ini memiliki keterbatasan berupa potensi bias, karena proses pemilihan sampel sangat bergantung pada pertimbangan subjektif peneliti, yang dapat memengaruhi objektivitas hasil penelitian (Trianasari *et al.*, 2025).

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*. Sampel penelitian diambil dari salah satu kelompok praktikum Anatomi Fisiologi Manusia yang dipilih berdasarkan pertimbangan tertentu, yaitu kemudahan akses, kesesuaian dengan tujuan penelitian, serta keseragaman karakteristik subjek.

Subjek penelitian merupakan mahasiswa berjenis kelamin perempuan dengan rentang usia 20–21 tahun yang tergabung dalam kelompok praktikum tersebut. Penggunaan *purposive sampling* dianggap tepat karena penelitian ini tidak bertujuan untuk melakukan generalisasi luas, melainkan untuk mengamati dan mendeskripsikan perubahan frekuensi pernapasan pada kelompok subjek dengan karakteristik yang telah ditentukan.

Prosedur penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui percobaan sederhana yang bertujuan untuk mengkaji perubahan frekuensi pernapasan pada berbagai tingkat aktivitas fisik. Subjek penelitian adalah seluruh praktikan berjenis kelamin

perempuan dengan rentang usia 20–21 tahun. Pengambilan data dilaksanakan secara langsung pada kegiatan praktikum Anatomi Fisiologi Manusia dengan materi frekuensi pernapasan.

Tahap awal penelitian diawali dengan meminta partisipan berada dalam posisi duduk rileks. Frekuensi pernapasan kemudian diukur selama 60 detik menggunakan stopwatch, dengan tiga kali pengulangan untuk memperoleh nilai rata-rata. Selanjutnya, partisipan melakukan aktivitas berjalan selama 10 menit, kemudian dilakukan kembali pengukuran frekuensi pernapasan selama satu menit dengan tiga kali pengulangan. Pada tahap terakhir, partisipan melakukan aktivitas berlari selama 10 menit, yang diikuti dengan pengukuran frekuensi pernapasan selama satu menit dengan dua kali pengulangan. Seluruh data hasil pengukuran dicatat secara sistematis dan disajikan dalam bentuk tabel untuk dianalisis lebih lanjut guna membandingkan frekuensi pernapasan berdasarkan tingkat intensitas aktivitas fisik.

Analisis data

Teknik analisis data yang diterapkan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif. Prosedur ini diawali dengan mengalkulasi nilai rata-rata (mean) dari tiga siklus pengukuran frekuensi pernapasan pada setiap variabel aktivitas (diam/duduk, berjalan, dan berlari). Penghitungan rata-rata dilakukan untuk mereduksi tingkat variabilitas data dan meminimalisir risiko galat pengukuran (measurement error), sehingga diperoleh representasi nilai yang lebih akurat. Formulasi matematis yang digunakan dalam penghitungan nilai rata-rata adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Keterangan:

- $\bar{x}$: Nilai rata-rata frekuensi pernapasan.
- $\sum x_i$: Akumulasi total nilai frekuensi pernapasan dari seluruh repetisi.
- n : Konstanta jumlah pengukuran (dalam hal ini, $n = 3$).

Seluruh proses tabulasi, komputasi, dan pengolahan data dilakukan secara digital dengan

bantuan perangkat lunak Microsoft Excel. Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk menjamin presisi kalkulasi serta memfasilitasi identifikasi pola perubahan frekuensi pernapasan terhadap intensitas aktivitas fisik yang berbeda secara sistematis.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian I

Frekuensi Pernapasan pada Berbagai Tingkat Aktivitas

Berdasarkan Tabel 1, frekuensi pernapasan (respiratory rate/RR) menunjukkan perbedaan nilai pada lima praktikan dalam kondisi duduk, berjalan, dan berlari. Nilai RR terendah secara umum ditemukan pada aktivitas duduk, sedangkan nilai tertinggi muncul pada aktivitas berlari. Selain pola umum tersebut, terdapat nilai

RR yang menyimpang, khususnya pada praktikan pertama dan kelima, yang memerlukan pembahasan lebih lanjut.

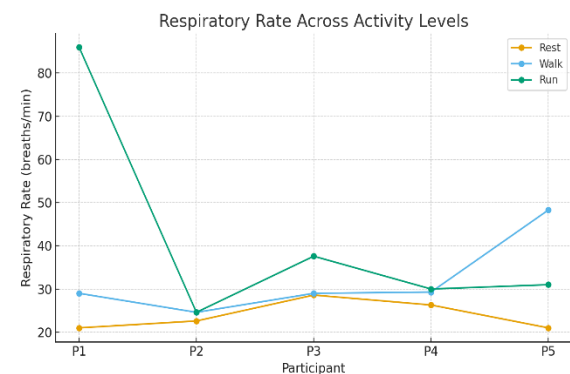
Hasil Penelitian

Peningkatan frekuensi pernapasan seiring meningkatnya intensitas aktivitas fisik menunjukkan respons fisiologis tubuh terhadap peningkatan kebutuhan oksigen. Kondisi ini mencerminkan mekanisme adaptasi sistem respirasi dalam mempertahankan keseimbangan pertukaran gas selama aktivitas berlangsung (Ningsih *et al.*, 2021). Frekuensi pernapasan merupakan indikator dasar yang sensitif terhadap perubahan beban kerja tubuh dan aktivitas ventilasi paru. Perubahan RR dapat digunakan untuk menilai sejauh mana sistem pernapasan menyesuaikan diri terhadap tuntutan metabolik yang meningkat (Nicolo *et al.*, 2020).

Tabel 1. Mengukur Frekuensi Pernapasan

Orang ke-	Aktivitas (Menit ke-)											
	Duduk				Jalan				Lari			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-Rata
Orang Pertama	20	23	20	21	29	20	29	29	30	30	26	86
Orang Kedua	25	20	23	22,6	24	25	25	24,6	30	25	19	24,6
Orang Ketiga	28	30	28	28,6	32	30	25	29	36	44	33	37,6
Orang Keempat	25	26	28	26,3	34	30	24	29,3	46	43	31	30
Orang Kelima	21	21	21	21	22	19	22	48,3	43	25	25	31

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa aktivitas fisik dengan intensitas lebih tinggi menyebabkan peningkatan RR yang signifikan dibandingkan aktivitas ringan. Peningkatan tersebut terjadi karena meningkatnya kebutuhan oksigen jaringan selama aktivitas fisik (Rini & Lontoh, 2021). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa aktivitas intens seperti berlari meningkatkan ventilasi paru dan kerja sistem respirasi secara nyata. Respons ini berhubungan dengan peningkatan metabolisme dan kebutuhan energi tubuh (Gumilang *et al.*, 2021).



Grafik 1. Tren Perubahan Respiratory Rate (RR)

Nilai RR yang sangat tinggi, seperti angka 86 pada praktikan pertama saat berlari, mengindikasikan kemungkinan adanya faktor nonfisiologis yang memengaruhi hasil pengukuran. Kesalahan teknik penghitungan napas, ketidakaturan ritme pernapasan, atau kondisi kelelahan ekstrem dapat menyebabkan

nilai RR menjadi tidak akurat (Sofiana & Melastuti 2025). Nilai RR yang tidak stabil juga dapat dipengaruhi oleh kebiasaan merokok yang berdampak pada penurunan elastisitas paru dan gangguan pertukaran gas. Kondisi tersebut dapat menyebabkan peningkatan frekuensi pernapasan sebagai bentuk kompensasi tubuh terhadap penurunan efisiensi respirasi (Putri *et al.*, 2021). Selain itu, nilai RR sebesar 48,3 pada praktikan kelima saat berjalan juga menunjukkan pola yang tidak sesuai dengan tren umum. Kondisi ini dapat disebabkan oleh stres fisiologis mendadak atau gangguan konsentrasi saat pengukuran sehingga memengaruhi reliabilitas data (Anggita *et al.*, 2023).

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa frekuensi pernapasan meningkat seiring bertambahnya intensitas aktivitas fisik, namun respons antarindividu menunjukkan variasi yang signifikan. Variasi ini menjadi keterbatasan penelitian sekaligus menunjukkan pentingnya kontrol metodologis dalam pengukuran RR (Iqbal *et al.*, 2022). Implikasi dari temuan ini adalah bahwa RR dapat digunakan sebagai indikator sederhana untuk menilai respons tubuh terhadap aktivitas fisik, namun harus diukur dengan prosedur yang konsisten dan mempertimbangkan kondisi fisiologis individu agar hasilnya valid dan reliabel (Iqbal *et al.*, 2022).

Hasil Penelitian II

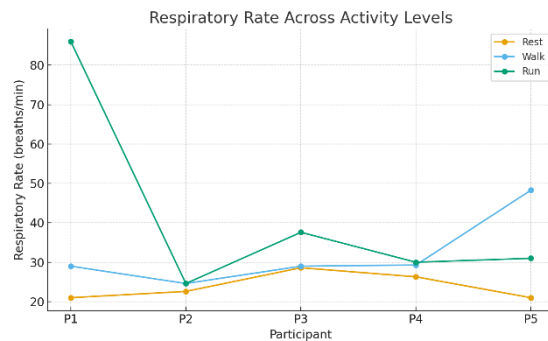
Tren Perubahan Respiratory Rate (RR) Berdasarkan Grafik

Berdasarkan Grafik 1, tren perubahan frekuensi pernapasan menunjukkan peningkatan RR dari aktivitas duduk ke berjalan dan mencapai nilai tertinggi pada aktivitas berlari. Pola ini muncul pada sebagian besar praktikan, meskipun terdapat perbedaan tingkat kenaikan RR antarindividu. Grafik juga memperlihatkan adanya nilai ekstrem yang menyimpang dari pola umum.

Hasil Penelitian

Grafik menunjukkan bahwa aktivitas berlari memberikan beban fisiologis paling tinggi terhadap sistem pernapasan dibandingkan aktivitas duduk dan berjalan. Peningkatan RR pada aktivitas ini mencerminkan meningkatnya kebutuhan oksigen jaringan tubuh (Gumilang *et*

al., 2021). Aktivitas fisik intens menyebabkan peningkatan metabolisme sel sehingga tubuh merespons dengan meningkatkan ventilasi paru. Mekanisme ini bertujuan menjaga keseimbangan pertukaran gas selama aktivitas berlangsung (Rifki *et al.*, 2024).



Grafik 2. Tren Perubahan *Respiratory Rate* (RR)

Peningkatan RR pada grafik juga berkaitan dengan peningkatan denyut jantung yang berfungsi mempercepat distribusi oksigen ke jaringan tubuh. Hubungan antara kerja jantung dan sistem respirasi merupakan respons fisiologis normal terhadap aktivitas berat (Herlambang *et al.*, 2022). Sistem pernapasan menyesuaikan frekuensi dan kedalaman napas untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat selama aktivitas fisik. Proses ini terjadi melalui peningkatan ventilasi alveolus (Kardiyono & Yudi, 2023).

Adanya perbedaan pola grafik antarpraktikan menunjukkan bahwa respons RR dipengaruhi oleh kondisi kebugaran dan karakteristik fisiologis individu. Individu dengan kebugaran lebih baik cenderung menunjukkan pola peningkatan RR yang lebih stabil (Mufidah & Habibi, 2022). Grafik juga menunjukkan adanya nilai RR yang tidak mengikuti tren umum, yang mengindikasikan kemungkinan adanya faktor nonfisiologis selama pengukuran. Faktor tersebut dapat berupa stres, kelelahan mendadak, atau ketidakkonsistenan metode penghitungan napas (Sofiana & Melastuti 2025).

Berdasarkan analisis grafik, dapat disimpulkan bahwa tren RR meningkat seiring dengan bertambahnya intensitas aktivitas fisik, namun respons antarindividu tidak sepenuhnya seragam. Perbedaan ini menjadi keterbatasan penelitian sekaligus menegaskan pentingnya kontrol metodologis dalam pengambilan data (Iqbal *et al.*, 2022). Implikasi dari hasil ini adalah bahwa grafik RR dapat digunakan sebagai alat

evaluasi visual untuk menilai respons fisiologis tubuh terhadap aktivitas fisik. Namun, interpretasi grafik harus mempertimbangkan kondisi individu dan potensi kesalahan pengukuran agar tidak menimbulkan kesimpulan yang keliru (Iqbal *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa frekuensi pernapasan manusia meningkat seiring dengan naiknya tingkat aktivitas fisik, di mana aktivitas berlari menunjukkan laju pernapasan tertinggi dibandingkan dengan berjalan maupun duduk. Temuan ini menggambarkan bahwa tubuh beradaptasi secara fisiologis untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang lebih besar saat beraktivitas dan mempercepat pengeluaran karbondioksida hasil metabolisme. Oleh karena itu, frekuensi pernapasan dapat digunakan sebagai indikator penting dalam menilai kondisi fisiologis, tingkat kebugaran, dan kinerja sistem pernapasan seseorang. Selain itu, hasil penelitian ini memiliki manfaat praktis dalam bidang pendidikan jasmani, pemantauan kesehatan, serta sebagai alat deteksi dini terhadap gangguan pernapasan selama kegiatan fisik maupun dalam konteks pemeriksaan klinis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dosen Pengampu Mata Kuliah Anatomi Fisiologi Manusia FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa atas bimbingan dan arahannya selama proses penelitian ini, serta kepada rekan-rekan praktikan dan pihak Laboratorium Hayati yang telah membantu dalam pelaksanaan dan pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga dan sahabat atas dukungan, doa, serta motivasi yang diberikan hingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

Anggita, K. D., Isrofah., Putu, I. D., Masroni., Suratmi., Isni, L. M., Nur, H., Diah, E. M., Ikafah., Latifah., & Afni, Y. F. (2023). *Keperawatan Medikal Bedah*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing

Indonesia.https://repository.umla.ac.id/4154/1/Buku%20Askep%20Keperawatan%20Medikal%20Bedah_2023.pdf

- Azizah, L. N., Tommy, P., Suherman., Yanti, W., Muhammad, H., Ratna, Y., Ami, F. A., Kristina., Faysal, K., Ruddy, D. L., I Gusti, N. P., & Andri, Y. (2023). *Ilmu Biomedik*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/120565>
- Azmi, N.A., Zaki, N.T.A., Kong, M.C., Ab Rahman, N.N.A., & Zanudin, A. (2021). Correlation of Physical Activity Level with Physical Fitness and Respiratory Function amongst Undergraduates. *Trends in Sciences*, 18(19), 24. <https://doi.org/10.48048/tis.2021.24>
- Frida, N. (2020). *Penyakit paru-paru dan pernapasan*. Semarang : Alprin. <https://books.google.co.id/books?id=2x8AEAAQBAJ&printsec=frontcover&#v=onepage&q&f=false>
- Gumilang, K.G.A., Vitalistyawati, L.P.A., & Sari, N.L.M.R.W. (2023). Hubungan Aktivitas Fisik Terhadap Kebugaran Kardiorespirasi Pada Anak Usia 9-12 Tahun Di Sd Negeri 4 Sibang Gede. *Jurnal Fisioterapi dan Kesehatan Indonesia*, 3 (2) : 60-66. <https://doi.org/10.59946/jfki.2023.222>
- Hasan, H., Tar, M.R.G., Agung, Y.N., Sri, E., Muhammad, R.U., Ratri, S.W., Maimuna, L.H., Efriana, J., Muhammad, T., Nandia, P., Muhammad, A.N., Achmad, T., & Kuswarini, S. (2025). *Metodologi Penelitian*. Sawahlunto: CV. MMFast Publishing. <https://share.google/UtDxLzOGhCtWv3vQ0>
- Hasanah, U., Supinganto, A., Ariza, D., Marsudi, L. O., Sukmana, D. J., Pauzan, M. Imun., Hadi, S., Ling, M., Ka'bah, Alvionita, D. N., Hardani, & Mentari, I. N. (2023). *Anatomi fisiologi manusia*. Yogyakarta : Samudra Biru. https://books.google.co.id/books/about/BUKU_AJAR_ANATOMI_FISIOLOGI_MANUSIA.html?hl=id&id=dUPxEAAQBAJ&redir_esc=y
- Herlambang, Y., D. M. Kurniawati., & M. A. Ali. (2022). Pengaruh Jus NanasMadu Terhadap Denyut Nadi Dan Tekanan

- Darah Pada Siswa Sekolah SepakBola Pasca Lari Jarak Jauh 10 KM. *Journal of Nutrition College*, 11(3) : 182-187. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i3.33136>
- Iqbal, T., Elahi, A., Ganly, S., Wijns, W., & Shahzad, A. (2022). Photoplethysmography-Based Respiratory Rate Estimation Algorithm for Health Monitoring Applications. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 4 (2) : 242–252. <https://doi.org/10.1007/s40846-022-00700-z>
- Kardiyono., & Y. Purnama. (2023). Pengaruh Small Sided Games Terhadap Kebugaran Jasmanimahasiswa Pasca Pandemi Covid-19. *Journal of SPORT (Sport, Physical Education, Organization, Recreation, and Training)*, 2 (1) : 424-432. <https://doi.org/10.37058/sport.v7i2.6642>
- Kartini, Febriyanto, T., Sius, U., Suryadi, D., Khudri, G. Novelyn, S., Batubara, F. R., Rita, R. S., Prameswari, N., Parisihni, K., Angreni, F., Sari, W., Susanti, F., Ifadah, E., Iqbal, M., & Handayani, K. M. (2024) *Dasar-Dasar Ilmu Biomedik Struktur dan Fungsi*. Jawa Tengah : Eureka Media Aksara. <http://repository.uki.ac.id/14326/1/StrukturDanFungsiSistemMuskuloskeletal.pdf>
- Ksanjaya, R. & Ega, T.R. (2022). Motivasi Siswa Dalam Kegiatan Ekstrakurikuler Futsal Di SMA Negeri 1 Blanakan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(5), 6094-6099. Motivasi Siswa Dalam Kegiatan Ekstrakurikuler Futsal Di SMA Negeri 1 Blanakan | *Jurnal Pendidikan dan Konseling* (JPDK) <https://share.google/pIOmXLVLzdjm8IIs>
- Kusyati, E., Anida, Ponirah, Utami, T., Indah Mawarni, I., Untari, D., Ayu, Y. D. & Ashri, A. A. (2024). *Buku ajar Keterampilan Dalam Keperawatan*. Jawa Barat : PT Nuansa Fajar Cemerlang. <https://repository.nuansafajarcemerlang.com/publications/585471/>
- Mufidah, L., & Habibi, M. W. (2022). Validitas media pembelajaran berbasis web pada materi sistem pernapasan manusia kelas VIII di SMP. *Bioeduca : Journal of Biology Education*, 4(1) : 57–66. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v4i1.10851>
- Muttaqin, A. (2020). *Asuhan Keperawatan dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Makasar : Penerbit Salemba. https://books.google.co.id/books?id=G3KXne15oqQC&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Nicolo, A., Massaroni, C., Schena, E., & Sacchetti, M. (2020). The Importance of Respiratory Rate Monitoring. *From Healthcare to Sport and Exercise, National Library of Medicine*, 20, 1-46. <https://doi.org/10.3390/s20216396>
- Ningsih, I. H. T. R., Devy, S., & Syafiuddin, T. (2021). Hubungan Antara Senam Aerobik dengan Respiratory Rate di Pusat Kebugaran Gelora Fitness Tahun 2016. *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, 10(2), 86-92.
- Putri, N. P., Utami, I. T., & Ayubbana, S. (2021). Penerapan Purshed Lips Breathing Terhadap Penurunan Frekuensi Pernapasan Pada Pasien Penyakit Paru Obstruksi Kronik di Kota Metro. *Jurnal Cendikia Muda*, 1(2) : 142-150. <https://jurnal.akperdharmawacana.ac.id/index.php/JWC/article/view/194>
- Rajdeep, P., Patel, L., Poorey, K., Panchal, P., & Yohannan, S. (2024). Enhancing respiratory physiology education: innovative wet spirometer modifications for hands-on learning. *Advances in Physiology Education*, 48 (1), 122 - 136. <https://doi.org/10.1152/advan.00132.2023>
- Ramadhani, K., & Widyaningrum, R. (2022). *Buku Ajar Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Bagi Mahasiswa Gizi dan Kesehatan*. Yogyakarta : UAD PRESS.
- Rifki, N.A., Anugrah, P.R., Wibowo, B.M., Irwansyah, M.A.B., Pradana, M.B., Hudaya, R., & Armiaty, Y.O. (2024). Peran Olahraga Lari untuk Meningkatkan Kesehatan Fisik dan Kualitas Hidup Terhadap Mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan di Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Angka*, 1(2) : 415-426. <https://jurnalilmiah.org/journal/index.php/angka/article/view/898>
- Rini., & Lontoh, S. O. (2021). Hubungan

- kebiasaan olahraga dengan fungsi paru mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara angkatan 2019 dan 2020. *Jurnal Muara Medika dan Psikologi Klinis*, 1(2) : 147-154. <https://doi.org/10.24912/jmmpk.v1i2.1>
- Sofiana, Z., & Malstuti, E. (2025). Gambaran Saturasi Oksigen dan Respiratory Rate pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis. *Jurnal Keperawatan Berbudaya Sehat*, 3(2), 61-66.
- Sondakh, S.A., Onibala, F., & Nurmansyah, M. (2020). Pengaruh Pemberian Nebulisasi Terhadap Frekuensi Pernafasan Pada Pasien Gangguan Saluran Pernafasan. *Jurnal Keperawatan (JKp)*. 8(1) : 75-82. <https://doi.org/10.35790/jkp.v8i1.28414>
- Tarwoto., & Wartonah. (2023). *Kebutuhan Dasar Manusia dan Proses Keperawatan*. Jakarta : Penerbit Salemba.https://www.google.co.id/books/edition/Kebutuhan_Dasar_Manusia_dan_Proses_Keper/wKnYEAAQBAJ?hl=id
- Trianasari, N., Puspita, K.S., & Adhi, P. (2025). Peningkatan Kualitas Penelitian di Bidang Kesehatan Melalui Pelatihan Penentuan Teknik Sampling dan Besar Sampel di STFI Bandung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan*, 5(1), 348-355. <https://jurnal.penerbitwidina.com/index.php/JPMWidina/article/view/1152>.
- Untari, S., Susanti, M. M., Kodiyah, N., & Himawati, L. (2023). *Anatomi dan fisiologi*. Pekalongan : PT. Nasya Expanding Management.
- Wael, S., Nur, J. J., Yolan, D., Hasria, A., Wahyudin, Muhammad, S., Retno, A., & Sri, W. (2025). *Biomedik Dasar*. Sumedang: CV. Mega Press Nusantara.