

Original Research Paper

## The Comparison of Hemoglobin Levels, Blood Oxygen Saturation, and Breaths Frequency on The Lowlander and Highlander

Syamsul Bahri<sup>1,2</sup>, L. H. N. Zohri<sup>1\*</sup>, Istiqomah<sup>1</sup>, M. Y. Yusuf<sup>1</sup>, Hendra S. Putra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Science Education, Postgraduate, University of Mataram, Indonesia;

<sup>2</sup> Department of Biological Science Education, Faculty of Teacher Training and Science Education, University of Mataram, Indonesia

### Article History

Received : January 20<sup>th</sup>, 2022

Revised : February 23<sup>th</sup>, 2022

Accepted : March 07<sup>th</sup>, 2022

\*Corresponding Author:

**L. H. N. Zohri,**

Department of Science Education, Postgraduate, University of Mataram, Indonesia;

Email:

[laluhasanbio16@gmail.com](mailto:laluhasanbio16@gmail.com)

**Abstract:** Geographical conditions affect human physical and physiological conditions, one of the examples is the height of residence that can make the respiratory system different among population groups. This study aims to compare the respiratory system between highlanders and lowlanders in terms of hemoglobin levels, blood oxygen saturation, and breaths frequency. The research model used was a comparative study with a purposive sampling method based on: age criteria with a range of 16-19 years, a minimum of 6 months stayed at the research location, and there is no recorded respiratory system disease. Data analysis used was independent t-test with Shapiro-Wilk prerequisite test for normality and one-way ANOVA for homogeneity, then Mann-Whitney test for follow-up non-parametric test. The results showed that the highlanders generally have oxygen saturation and hemoglobin levels with an average value of 98.81% and 14.69g/dL higher than those in the lowlands with a value of 97.86% and 13.14g/dL. On the other hand, the average value of breath frequency of highlanders is 17.38/minute which tends to be lower than that of lowlanders with 24.17/minute. The prerequisite test showed highlanders oxygen saturation data that were not normally distributed with a significance value of 0.003, then oxygen saturation data and breath frequency were not homogeneous with a significance value of 0.000 and 0.003 respectively. The comparative test showed a significance value of 0.002 for hemoglobin through independent t-test, then obtained asymptomatic significance values of 0.004 and 0.000 for oxygen saturation and breaths frequency through the Mann-Whitney test. Based on the significance value obtained, it can be stated that there are significant differences in hemoglobin levels, oxygen saturation, and breaths frequency per minute between highland and lowland residents. It is recommended to conduct further research on lung capacity and chest cavity index to provide a more holistic explanation of the differences in the respiratory system between highland and lowland residents.

**Keywords:** *Breath frequency; Blood oxygen saturation; Comparative study; and Hemoglobin.*

### Pendahuluan

Karakteristik manusia dipengaruhi oleh gen dan lingkungan (Steger *et al.*, 2007; Azad *et al.*, 2018; Petterson *et al.*, 2019). Kedua hal tersebut membuat fisik dan fisiologis juga berbeda-beda. Kondisi geografis lingkungan tempat manusia berada menjadi salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi karakteristik fisik dan fisiologisnya karena tubuh merespon kondisi lingkungan tempatnya

berada. Salah satu sistem yang berespon terhadap kondisi geografis lingkungan adalah sistem respirasi (Timinkul *et al.*, 2018; Isaev *et al.*, 2018; Juniati *et al.*, 2021).

Sistem respirasi merupakan mekanisme fundamental dalam mendukung kehidupan manusia bahkan digunakan sebagai tanda dalam melihat hidup atau tidaknya seseorang. Energi terbentuk melalui proses oksidasi (Ricquier, 2005; Lackey *et al.*, 2018) yang memerlukan oksigen yang diperoleh dari

proses respirasi. Banyak faktor yang mempengaruhi respirasi manusia. Disamping kondisi faal organ respirasi, ketinggian tempat juga ikut terlibat. Ketinggian suatu tempat mempengaruhi tekanan parsial O<sub>2</sub>. Bertambahnya ketinggian menyebabkan tekanan parsial O<sub>2</sub> di udara akan turun. Penurunan tekanan parsial O<sub>2</sub> di udara seiring dengan penurunan tekanan parsial pada alveolus paru-paru (Guyton dan Hall, 1997).

Dengan demikian tekanan parsial O<sub>2</sub> di

dataran tinggi lebih rendah. Rendahnya tekanan parsial O<sub>2</sub> berdampak pada semakin sulitnya proses pertukaran gas pada alveolus paru-paru.

Bagian bumi yang letaknya 600 meter dpl atau lebih tergolong sebagai dataran tinggi, tetapi bila lebih rendah letaknya dari 600 mdpl tergolong sebagai dataran rendah (Widiawati, 2018). Pada Tabel berikut ini adalah daftar ketinggian sejumlah lokasi di Pulau Lombok.

Tabel 1. Ketinggian beberapa lokasi di Pulau Lombok

Lokasi	Kabupaten/Kota	Tinggi (mdpl)
Gerung	Lombok Barat	15
Praya	Lombok Tengah	107
Selong	Lombok Timur	166
Tanjung	Lombok Utara	12
Mataram	Mataram	27
Desa Lendang Nangka Utara	Lombok Timur	450
Desa Sapit	Lombok Timur	525
Desa Sembalun Lawang	Lombok Timur	1.140

Sumber: Inayati *et al.* (2019); BPS (2017)

Karena pertukaran gas pada alveolus semakin sulit dengan bertambahnya ketinggian (Juniati *et al.*, 2021; Sharp *et al.*, 2021), maka tubuh melakukan adaptasi morfologis dengan cara memperbesar rongga dada dan meningkatkan kekuatan otot-otot pernafasan (Hastuti, 2007). Selain itu, juga terjadi adaptasi fisiologis berupa peningkatan kadar hemoglobin darah (Foss dan Keteyian, 1998; Yasukochi *et al.*, 2020). Hal ini diduga akan berkorelasi dengan frekuensi nafas dalam satu menit yang dibutuhkan dan jumlah saturasi oksigen dalam darah.

Oleh karena itu penelitian tentang “Pengaruh ketinggian tempat terhadap kadar hemoglobin, saturasi oksigen darah, dan frekuensi nafas per menit” menarik untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih informasi tentang perbandingan sistem respirasi antara penduduk dataran tinggi dengan dataran rendah, serta dapat memberikan gambaran dalam pelaksanaan praktikum biologi dalam pembelajaran.

## Bahan dan Metode

### Jenis Penelitian

Penelitian ini bertujuan membandingkan saturasi oksigen darah, kadar hemoglobin, dan frekuensi nafas per menit antara kelompok penduduk yang hidup dan bertempat tinggal pada ketinggian tempat yang berbeda. Karena penelitian ini memiliki kriteria tertentu maka digunakan metode *purposive sampling* (Arikunto, 2006) dalam teknik penentuan dan pengambilan sampelnya. Orang-orang yang digunakan sebagai sampel penelitian berusia 16-19 tahun dan telah tinggal di lokasi penelitian minimal 6 bulan, serta tidak pernah mengidap penyakit yang terkait dengan sistem respirasi.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan 8 minggu yang berlangsung 24 September 2021 hingga 24 November 2021. Sampel penelitian untuk dataran rendah adalah penduduk Desa Kapek, Kec Gunung Sari dan penduduk Kelurahan Pejanggik, Kecamatan Mataram Kota Mataram. Sampel penelitian untuk dataran tinggi adalah penduduk Desa Sembalun Lawang, Kecamatan Sembalun, Lombok Timur.

## Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan sejumlah alat

dan bahan seperti yang tertulis pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Alata dan bahan penelitian

Nama Alat	Fungsi	Nama Bahan	Fungsi
Meteran	Mengukur tinggi badan	Air	Pembersih
Timbangan	Mengukur berat badan	Tissue Alkohol	Sterilisasi
Hb Digital	Mengecek kadar Hb	Lancet	Mengambil darah
Oximeter	Mengukur saturasi oksigen	Sarung tangan latex	Proteksi tangan
Alat tulis	Penulisan hasil pengamatan	Strip Hb	Pengamatan Hb

## Prosedur Penelitian

### Persiapan testee

1. Memastikan tidak ada cat kuku pada tangan testee.
2. Memastikan testee tidak melakukan aktivitas berat sebelum pengambilan data.
3. Testee berdiri dalam keadaan tegak.
4. Testee diberi kesempatan bernapas biasa atau normal dan nyaman mungkin.

### Pengukuran

1. Membersihkan tangan testee dengan alcohol 70%.
2. Memasukkan salah satu jari testee ke dalam oximeter.
3. Mengukur nilai saturasi oksigen menggunakan oximeter dan mencatatnya pada lembar pengamatan.
4. Mengambil cuplikan darah menggunakan strip Hb.
5. Mengukur kadar Hb menggunakan Hb digital dan mencatat hasil pengukuran tersebut pada lembar pengamatan.
6. Mengarahkan testee untuk bernapas nyaman mungkin.

7. Menghitung frekuensi nafas testee dalam satu menit mencatat hasilnya pada lembar pengamatan.
8. Mengulangi langkah 6 & 7 sebanyak 3 kali.

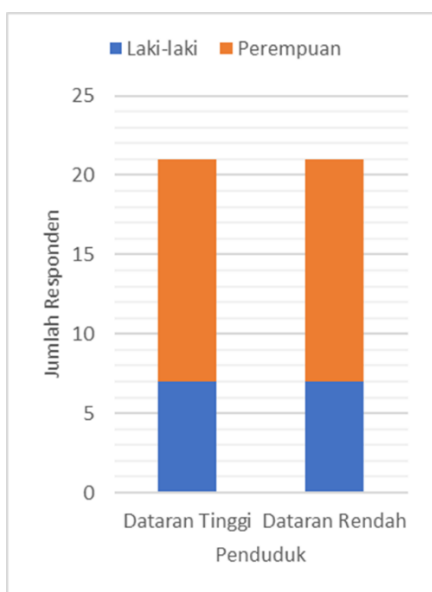
### Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan Uji t dengan bantuan SPSS16, dan normalitas data diuji dengan Shapiro-wilk, sedangkan homogenitas data menggunakan *one-way ANOVA*. Uji *Mann-Whitney* dipakai pada data yang tidak memenuhi uji prasyarat. Penggunaan uji ini dipilih dikarenakan kesesuaian dengan data dan sampel pada penelitian yang terdiri atas dua sampel dan saling lepas (*independent*).

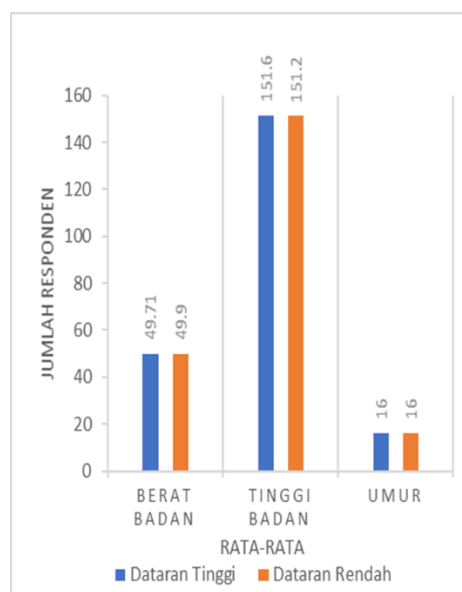
### Hasil dan Pembahasan

#### Gambaran Umum Pengukuran Responden

Rasio jenis kelamin sampel dari dataran tinggi proporsional dengan rasio jenis kelamin sampel dari dataran rendah. Total sampel ada 42 orang (Gambar 1). Demikian pula dengan nilai rata-rata berat, tinggi dan umur sampel pada lokasi penelitian yang berbeda juga relatif sama (Gambar 2).



Gambar 1. Proporsi jenis kelamin pada sampel



Gambar 2. Tendensi sentral informasi berat badan, tinggi, dan umur

Sampel dari dua ketinggian yang berbeda dirancang proporsional. Hal ini dimaksudkan untuk mengontrol pengaruh perbedaan data pengukuran antara proporsi laki-laki dan perempuan di dataran rendah dan di dataran tinggi (Gambar 1). Mekanisme ini perlu dilakukan untuk menjaga keandalan hasil uji. Berdasarkan nilai tendensi sentral, secara deskriptif variabel kontrol yang digunakan pada

penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang besar antara penduduk di dataran tinggi dengan penduduk di dataran rendah (Gambar 2). Hal ini ditemukan pada variabel kontrol berat badan, tinggi badan, dan umur dari sampel. Berdasarkan data ini, maka uji perbandingan akan menghasilkan hasil uji yang lebih handal dikarenakan variabel lain yang berpotensi mempengaruhi parameter uji telah terkontrol.

Tabel 3. Rata-rata dan modus hasil pengukuran responden

Penduduk	Parameter											
	Saturasi Oksigen (%)				Hemoglobin (g/dL)				Frekuensi Nafas Per-menit			
	Rata-rata	Modus	Max	Min	Rata-rata	Modus	Max	Min	Rerata	Modus	Max	Min
Dataran Tinggi	98,81	99	99	98	14,69	15	17,1	11,8	17,38	18	20,67	11,34
Dataran Rendah	97,86	99	99	95	13,14	14	15,5	10,1	24,17	28	32,67	17

Secara keseluruhan, parameter saturasi oksigen dan hemoglobin yang diperoleh dari penduduk dataran tinggi memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan sampel dari penduduk dataran rendah (Tabel 3). Sebaliknya, frekuensi nafas per menit penduduk dataran rendah memiliki nilai lebih tinggi dibanding

dataran tinggi. Kemudian saturasi oksigen dan hemoglobin yang diperoleh menunjukkan nilai yang masih berada pada rentang normal. Hal tersebut sesuai dengan laporan Munzir (2018) kadar normal hemoglobin laki-laki sekitar 14-18 gram/dL dan pada wanita sekitar 12-16 gram/dL, sedangkan nilai normal saturasi oksigen (SaO<sub>2</sub>)

adalah 95–100% (Kuima *et al.*, 2006). Adapun pada parameter frekuensi nafas per menit, sampel pada dataran rendah menunjukkan nilai melebihi dari rentang normal frekuensi nafas per menit pada umumnya. Frekuensi nafas per menit pada sampel yang berasal dari dataran tinggi masih berada pada rentang normal karena frekuensi normal nafas per menit pada orang dewasa menurut Nakeda dan Judha (2019) adalah 12-20 kali per menit.

### Perbandingan Sistem Respirasi Penduduk Dataran Tinggi dan Dataran Rendah

Hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa data saturasi oksigen dataran tinggi tidak terdistribusi normal. Dari hasil uji homogenitas data juga ditemukan bahwa data frekuensi nafas

per menit dan saturasi oksigen juga tidak homogen. Berdasarkan hasil uji prasyarat tersebut maka uji lanjut yang menggunakan uji parametrik hanya dapat dilakukan pada data kadar hemoglobin. Data tentang saturasi oksigen dan frekuensi nafas per menit dianalisis dengan menggunakan uji non-parametrik dikarenakan tidak memenuhi prasyarat. uji non parametrik yang digunakan pada penelitian ini adalah *uji Mann Whitney* (Tabel 4).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar hemoglobin, saturasi oksigen, dan frekuensi nafas per menit pada penduduk di dataran tinggi berbeda nyata dengan kadar hemoglobin, saturasi oksigen, dan frekuensi nafas per menit pada penduduk di dataran rendah (Tabel 5).

Tabel 1. Hasil analisis uji prasyarat

Parameter	Uji Normalitas		Uji Homogenitas			Uji Lanjut	
	Shapiro-Wilk		One way Anva			Rekomendasi	Jenis Uji
	Df	Signifikansi	df1	df2	Signifikansi		
Hb Dataran Rendah	21	0,877	1	2	0,182	Parametrik	Independent t-Test
Hb Dataran Tinggi	21	0,270					
Saturasi Oksigen Dataran Rendah	21	0,264	1	2	0,000	Non-Parametrik	Mann Withny
Saturasi Oksigen Dataran Tinggi	21	0,003					
Frekuensi Nafas Per-Menit Dataran Rendah	21	0,264	1	2	0,003	Non-Parametrik	Mann Withny
Frekuensi Nafas Per-Menit Dataran Tinggi	21	0,511					

Tabel 5. Hasil analisis uji statistik perbandingan

Parameter	Uji Statistik			Keterangan
	dF	SD	Sig./Asym. Sig.	
				<b><i>Independent t-test</i></b>
Hemoglobin	40	1,67	0,002	<b>Terdapat Perbedaan Signifikan</b>
				<b><i>Mann Withny</i></b>
Saturasi Oksigen	-	1,03	0,004	<b>Terdapat Perbedaan Signifikan</b>
Frekuensi Nafas Per-Menit	-	4,89	0,000	<b>Terdapat Perbedaan Signifikan</b>

Penduduk dataran tinggi memiliki kadar hemoglobin lebih tinggi dengan nilai rata-rata 14,69 g/dL sedangkan penduduk di dataran rendah rata-rata memiliki nilai kadar hemoglobin sebesar 13,14 g/dL. Perbedaan tersebut tampaknya disebabkan oleh melemahnya gaya gravitasi dengan naiknya ketinggian (Kaprawi *et al.*, 2016) yang berdampak

pada lebih rendahnya tekanan parsial O<sub>2</sub> pada dataran tinggi dibandingkan tekanan parsial O<sub>2</sub> pada dataran rendah (Juniati *et al.*, 2021). Turunnya tekanan parsial O<sub>2</sub> direspon oleh tubuh dengan melakukan aklimatisasi melalui peningkatan sintesis hemoglobin (Munzir, 2018). Rottgardt *et al.* (2010) melaporkan gen HBG1, HBG2 merupakan

kandidat yang dipercaya berperan penuh terhadap adaptasi hemoglobin dataran tinggi. Lebih lanjut gen HBG2 memiliki peran lebih kuat berdasarkan analisis pada penduduk pribumi Tibet terutama sintesis  $\gamma$ -globin (Rottgardt *et al.*, 2010).

Saturasi oksigen darah penduduk dataran tinggi adalah 98,81% sedangkan rata-rata saturasi oksigen penduduk dataran rendah adalah 97,86. Hal ini berbeda hasil penelitian Kaprawi *et al.* (2016) melaporkan penduduk di dataran rendah memiliki nilai saturasi oksigen lebih tinggi.

Secara kimiawi, oksigen tidak dapat larut dalam darah dikarenakan bersifat nonplar sedangkan cairan darah bersifat polar, sehingga dibutuhkanlah molekul pengikat yang sangat kritis perannya dalam proses larutnya oksigen dalam darah dengan membentuk ikatan *reversible* (Sherwood, 2015). Dengo *et al.* (2018) mengatakan bahwa semakin tinggi kadar hemoglobin maka semakin tinggi pula saturasi oksigen. Hal tersebut dikarenakan hemoglobin merupakan molekul pembawa yang mengikat oksigen di dalam darah. Hemoglobin mengikat oksigen secara reversibel membentuk oksihemoglobin. Hemoglobin yang tidak berikatan dengan oksigen disebut deoksihemoglobin. Oleh sebab itu, ketika kadar hemoglobin rendah maka pengikatan oksigen berkurang sehingga kadar oksigen dalam darah juga rendah.

Frekuensi nafas per menit penduduk di dataran tinggi lebih sedikit dibandingkan dengan frekuensi nafas per menit penduduk yang hidup di dataran rendah. Rerata frekuensi nafas per-menit dari penduduk di daerah dataran tinggi adalah 17,38/menit sedangkan pada penduduk dataran rendah berada pada nilai 24,17/menit. Perbedaan yang signifikan pada parameter ini berkaitan dengan adaptasi morfologis. Pembesaran rongga dada dan peningkatan kekuatan otot-otot pernafasan merupakan adaptasi morfologis yang terjadi pada penduduk yang bermukim pada dataran tinggi. Hastuti (2007). Hal ini menyebabkan kapasitas paru-paru penduduk dataran tinggi lebih besar dari kapasitas paru-paru penduduk dataran rendah (Hastuti, 2007). Adaptasi morfologis tersebut menyebabkan volume udara yang terhirup saat menarik nafas menjadi lebih besar yang berdampak pada berkurangnya frekuensi nafas per menit. Berkurangnya frekuensi nafas per menit pada penduduk dataran tinggi juga terkait dengan lebih tingginya nilai saturasi oksigen penduduk dataran

tinggi dibandingkan dengan nilai saturasi oksigen penduduk dataran rendah.

### Kesimpulan

Kadar hemoglobin, saturasi oksigen darah, dan frekuensi nafas per menit penduduk yang hidup di dataran rendah berbeda nyata dengan kadar hemoglobin, saturasi oksigen darah, dan frekuensi nafas per menit penduduk yang hidup di dataran tinggi. Penduduk dataran tinggi memiliki saturasi oksigen dan kadar hemoglobin lebih tinggi, sedangkan frekuensi nafas per menit lebih rendah dibandingkan dengan dataran rendah.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Pascasarjana Universitas Mataram yang telah menyediakan fasilitas dalam penelitian ini.

### Referensi

- Arikunto, Suharsimi. (2002). *Prosedur Penelitian. Suatu Pendekatan praktek*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Azad, M. B., Robertson, B., Atakora, F., Becker, A. B., Subbarao, P., Moraes, T. J., dan Bode, L. (2018). Human milk oligosaccharide concentrations are associated with multiple fixed and modifiable maternal characteristics, environmental factors, and feeding practices. *The Journal of nutrition*, 148(11), 1733-1742. <https://doi.org/10.1093/jn/nxy175>.
- Dengo, M. R., Suwondo, A., dan Suroto, S. (2018). Hubungan Paparan CO terhadap Saturasi Oksigen dan Kelelahan Kerja pada Petugas Parkir. *Gorontalo Journal of Public Health*, 1(2): 78-84. DOI: <https://doi.org/10.32662/gjph.v1i2.347>.
- Guyton, A. C., dan Hall, J. E. (1997). *Human physiology and mechanisms of disease*. Wb Saunders Company, USA.
- Hastuti, J. (2007). Ukur dan bentuk dada penduduk di dataran tinggi Samigaluh dan dataran rendah Galur Kulon Progo



- Yogyakarta. *Jurnal Anatomi Indonesia*, 1(2): 47-56. ISSN: [1097-8048](https://doi.org/10.1097-8048).
- Inayati, R., Hadi, I., Faturrahman, F., dan Zamroni, Y. (2019). Variasi Kadar Hemoglobin Pada Masyarakat Lombok Timur Berdasarkan Ketinggian Tempat. *Biowallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, 5(2): 74-79. ISSN: [2442-2622](https://doi.org/10.2442-2622).
- Isaev, A. P., Erlikh, V. V., Bakhareva, A. S., Saraykin, D. A., Pavlova, V. I., dan Maleev, D. O. (2018). Effects of short-and long-term adaptation to the middle-altitude hypoxia on the condition of athletes practicing cyclic and acyclic sports. *Minerva Ortopedica e Traumatologica*, 69(3 suppl 1), 31-42. DOI: [10.23736/S0394-3410.18.03873-0](https://doi.org/10.23736/S0394-3410.18.03873-0).
- Kaprawi, T., Moningka, M., dan Rumampuk, J. (2016). Perbandingan saturasi oksigen pada orang yang tinggal di pesisir pantai dan yang tinggal di daerah pegunungan. *E-Biomedik*, 4(1): 11-14. DOI: <https://doi.org/10.35790/ebm.v4i1.10816>.
- Leckey, J. J., Hoffman, N. J., Parr, E. B., Devlin, B. L., Trewin, A. J., Stepto, N. K., dan Hawley, J. A. (2018). High dietary fat intake increases fat oxidation and reduces skeletal muscle mitochondrial respiration in trained humans. *The FASEB Journal*, 32(6), 2979-2991. <https://doi.org/10.1096/fj.201700993R>.
- Munzir, A. 2018. Perbandingan Kadar Hemoglobin Darah Atlet Sepak Bola Di Dataran Tinggi (Malakaji Fc) Dan Di Dataran Rendah (Electric Pln Fc) (*Doctoral dissertation*, FIK).
- Pettersson, E., Lichtenstein, P., Larsson, H., Song, J., Deficit, A., Agrawal, A., dan Polderman, T. J. C. (2019). Genetic influences on eight psychiatric disorders based on family data of 4 408 646 full and half-siblings, and genetic data of 333 748 cases and controls. *Psychological medicine*, 49(7), 1166-1173. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033291718002039>.
- Ricquier, D. (2005). Respiration uncoupling and metabolism in the control of energy expenditure. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(1): 47-52. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS2004408>.
- Rottgardt, I., Rothhammer, F., dan Dittmar, M. (2010). Native highland and lowland populations differ in  $\gamma$ -globin gene promoter polymorphisms related to altered fetal hemoglobin levels and delayed fetal to adult globin switch after birth. *Anthropological Science*, 118(1), 41-48. DOI: <https://doi.org/10.1537/ase.090402>.
- Sharp, M. J., Seeber, C. E., & Hall, G. L. (2021). *Assessing respiratory risks of air travel, altitude and diving; ERS Handbook of Paediatric Respiratory Medicine*. Sheffield:European Respiratory Society. ISBN: 978-1-84984-132-0.
- Steger, M. F., Hicks, B. M., Kashdan, T. B., Krueger, R. F., dan Bouchard Jr, T. J. (2007). Genetic and environmental influences on the positive traits of the values in action classification, and biometric covariance with normal personality. *Journal of Research in Personality*, 41(3): 524-539. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2006.06.002>.
- Timinkul, A., Phiwjinda, K., dan Chaiut, W. (2018). Comparison of Respiratory Muscle Strength between Native Lowlands and Native Highlands Populations in Chiang Rai. *Srinagarind Medical Journal*. 33(3): 235-240. ISSN: [0857 3123](https://doi.org/10.08573123).
- Yasukochi, Y., Nishimura, T., Ugarte, J., Ohnishi, M., Nishihara, M., Alvarez, G., dan Aoyagi, K. (2020). Effect of EGLN1 Genetic Polymorphisms on Hemoglobin Concentration in Andean Highlanders. *BioMed research international*, 2020(1),1-16. <https://doi.org/10.1155/2020/3436581>.
- Yunitaningrum, W. (2014). Kemampuan volume oksigen maksimal atlet pusat pendidikan dan latihan pelajar sepak takraw kalimantan barat. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 4(2), 63-67. DOI: <https://doi.org/10.15294/miki.v4i2.5228>.