

## HUBUNGAN KOMPOSISI TUBUH DENGAN VO<sub>2</sub> MAKS PADA ATLET REMAJA DAN DEWASA

Aria Novitasari<sup>1</sup>, Asih Setiarini<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departement Gizi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,  
Universitas Indonesia, Jalan Lingkar Kampus Raya Universitas Indonesia,  
Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia.

<sup>1</sup>e-mail: aria.novita626@gmail.com

### Abstrak

Secara fisiologis, atlet pria memiliki lemak tubuh lebih sedikit dan massa otot lebih tinggi daripada wanita. Sehingga atlet pria lebih mudah mengatur konsumsi oksigen (O<sub>2</sub>) ke otot, agar performa maksimal dapat dicapai saat berolahraga. Kebugaran fisik terkait dengan kemampuan puncak kinerja. Kebugaran fisik dapat tergambarkan dari nilai vo<sub>2</sub> maks. Tujuan *systematic review* ini adalah melihat hubungan komposisi tubuh dengan nilai vo<sub>2</sub> maks pada atlet pria kelompok usia remaja dan dewasa awal (10-30 tahun). Metode yang digunakan adalah *systematic review*. Menggunakan jurnal dari penelusuran database di *ProQuest, Wiley Online Library, dan Science Direct*. Terdapat lima artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Komposisi tubuh yang diamati meliputi IMT, BM, LBM, BF, dan FM. Hasil didapatkan IMT berhubungan signifikan negatif ( $r -0,42$ ), ( $r -0,39$ ), ( $r -0,36$ ). BM berhubungan signifikan negatif ( $r -0,39$ ). LBM berhubungan signifikan positif ( $r 0,51$ ), ( $r 0,38$ ), dan ( $r 0,38$ ). % BF berhubungan signifikan negatif (OR -0,804) dan ( $r -0,40$ ). FM berhubungan signifikan negatif ( $r -0,36$ ) dan ( $r -0,36$ ).

**Kata kunci:** atlet pria, komposisi tubuh, VO<sub>2</sub> maks.

### Abstract

*Physiologically, male athletes have less body fat and higher muscle mass than women athletes. These conditions make male athletes more easier to regulate oxygen (O<sub>2</sub>) consumption to muscles, to support maximum performance during exercising. Physical fitness athlete is related to the ability hit peak performance. Maximal oxygen uptake (vo<sub>2</sub>max) has been regarded as the best indicator of athlete's physical capacity. The purpose of this systematic review was to determine relationship between body composition with vo<sub>2</sub>max in young and young adult athletes (10-30 years old). The method used is a systematic review, articles were searched by ProQuest, Wiley Online Library, and ScienceDirect database. There are five articles that meet the inclusion and exclusion criteria. Body compositions observed include BMI, BM, LBM, BF, and FM. The results obtained by IMT was significant negative ( $r -0.42$ ), ( $r -0.39$ ), ( $r -0.36$ ). BM was significant negative ( $r -0.39$ ). LBM was significant positive ( $r 0.51$ ), ( $r 0.38$ ), and ( $r 0.38$ ). % BF was significant negative (OR -0.804) and ( $r -0.40$ ). FM was significant negative ( $r -0.36$ ) and ( $r -0.36$ ).*

**Keywords:** body composition, male athletes, VO<sub>2</sub> max.

## PENDAHULUAN

Bagi atlet, usia menjadi salah satu faktor penentu puncak karir mereka. Pertimbangan utama ada pada kemampuan tubuh yang berbeda pada setiap

kelompok usia. Bahkan beberapa cabang olahraga menetapkan batasan usia bagi atlet peserta pertandingan (Atkinson, 2009). Usia atlet sering dikaitkan dengan kemampuan puncak kinerja (*hit peak performance*). Berbeda cabang olahraga akan berbeda juga puncak kinerja atlet. Misal puncak kinerja pada atlet *sprint*, lompat, dan lempar lembing ada diusia 25 tahun. Perenang jarak pendek diusia 24 tahun untuk pria dan 22 tahun untuk wanita. Atlet maraton diusia 29-30 tahun dan triathlete diusia 27 tahun (Allen & Hopkins, 2015).

Untuk mendapatkan puncak kinerja yang maksimal, dibutuhkan fisik yang bugar. Kebugaran fisik atlet dapat dilihat melalui pengukuran nilai volume oksigen maksimal ( $vo_2$  maks) (McArdle W., Katch F., 2010).  $Vo_2$  maks adalah kemampuan gabungan sistem kardiovaskular dan pernapasan untuk mengirimkan oksigen ke mitokondria otot. Idealnya nilai  $vo_2$  maks berkisar pada 30-40 ml/kg/menit pada individu tidak aktif olahraga dan untuk atlet bisa mencapai 80-90 ml/kg/menit (Burke, 2010). Semakin tinggi nilai  $vo_2$  maks, maka kemampuan atlet untuk tetap prima selama bertanding dapat terpenuhi.

Sayangnya, di Indonesia, masih ditemui atlet dengan kebugaran fisik kurang berdasarkan nilai rendahnya  $vo_2$  maks. Seperti pada atlet bulutangkis di Ragunan, Jakarta dimana terdapat 36,4% atlet tidak bugar (Dewi & Kuswari, 2013). Di Sulawesi Selatan sebanyak 21,5% atlet di Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) tidak bugar (Abraham, 2014). Bahkan survei pada atlet futsal putra tingkat nasional di Indonesia didapati 16,67% memiliki nilai  $vo_2$  maks yang kurang dan 6,67% nilainya kurang sekali (Sukmala, 2017).

$Vo_2$  maks ditentukan oleh komposisi tubuh seperti massa tubuh (*body mass* atau BM), persen lemak tubuh (*percent body fat* atau %BF), massa otot, Indeks Massa Tubuh (IMT), *lean body mass* (LBM), lemak tubuh (*body fat* atau BF), atau lingkar pinggang (Andhini, 2011; Bryantara, 2016; Kim, Wheatley, Behnia, & Johnson, 2016; Maciejczyk et al., 2014; Penggalih, Juffrie, Sudargo, & Sofro, 2017; Shete, Bute, & Deshmukh, 2014). Komposisi tubuh tersebut saling berkaitan antara satu dengan lainnya. Contohnya, bila individu memiliki BM tinggi atau IMT tinggi, bisa jadi hasil ukur BM dan IMT yang tinggi berasal dari LBM tinggi atau BF yang tinggi (Maciejczyk et al., 2014).

Memasuki masa remaja, mulai terjadi perubahan komposisi tubuh atlet. Pada awal pertengahan usia remaja, baik pria dan wanita cenderung mengalami peningkatan BF dan LBM. Peningkatan terus berlanjut hingga masa pacu tinggi badan (*peak high velocity* atau PHV). Pada remaja pria, terjadi peningkatan massa otot yang berbeda dibanding remaja wanita (Brown, Patel, & Darmawan, 2017). Kondisi tersebut terjadi karena adanya efek androgenik (hormon yang merangsang dan mengontrol perkembangan terkait karakteristik pria) yang lebih besar pada remaja pria. Bahkan secara bersamaan, ketika terjadi pertumbuhan massa otot, remaja pria juga sedang mengalami peningkatan level hormon seksual tersebut (Brown et al., 2017; Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011). Sedangkan peningkatan kekuatan otot pada remaja pria terjadi sekitar usia 13 tahun (Brown et al., 2017).

Pertambahan usia menjadi penentu kondisi fisik pada atlet (Allen & Hopkins, 2015). Misalnya, menjelang usia dewasa ada tanggung jawab dan aktivitas tambahan yang membuat frekuensi olahraga dan pola makan berubah. Perubahan tersebut tentu akan mengubah komposisi tubuh seperti massa otot berkurang dan BF meningkat (Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011). Mengetahui komposisi tubuh yang ideal bagi atlet akan membantu meningkatkan kinerja saat olahraga (Brown et al., 2017; Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011). Misalnya untuk mencapai berat badan tertentu, ada baiknya komposisi tubuh atlet diketahui bagian mana yang akan diubah apakah dari massa otot yang ditingkatkan atau BF yang diturunkan. Salah menerapkan program latihan akan membuat massa otot berkurang sehingga akan berdampak negatif pada metabolisme dan kinerja atlet (Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011).

Hasil penelitian di Amerika pada individu obesitas dan kelebihan berat badan, diketahui reseponden dengan BM tinggi karena adipositas tubuh yang tinggi, membuat nilai  $vo_2$ maks yang dihasilkan rendah (Durmic et al., 2017).  $Vo_2$ maks rendah membuat atlet mudah lelah saat latihan atau bertanding (McArdle W., Katch F., 2010). Atlet pria memiliki nilai  $vo_2$ maks yang lebih tinggi dari pada atlet wanita. Sebab, lemak tubuh pria lebih sedikit daripada wanita.

Kondisi tersebut mempermudah pengaturan konsumsi oksigen ( $O_2$ ) ke otot yang sedang bekerja agar lebih efisien (Dewi & Kuswari, 2013).

Tujuan dari penulisan *systematic review* ini adalah untuk melihat hubungan antara komposisi tubuh pada atlet remaja pria dan dewasa awal (10-30 tahun) terhadap nilai  $vo_2$  maks. Rentang usia antara 10-30 tahun ditetapkan mengingat kemampuan puncak kinerja atlet ketika berolahraga terjadi dalam batasan usia tersebut (Allen & Hopkins, 2015).

## **METODE**

Studi ini fokus pada kebugaran kardiorespiratori yang dapat dilihat dari nilai volume oksigen maksimal ( $vo_2$  maks) pada atlet usia remaja dan dewasa awal (10-30 tahun) berdasarkan komposisi tubuhnya. Strategi pencarian artikel menggunakan metode *systematic review* dengan panduan dari *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA)*. Artikel yang ditinjau merupakan hasil penelusuran dari database *ProQuest, Wiley Online Library, dan Science Direct*. Artikel dibatasi hanya yang terbit 10 tahun terakhir (2008-2018). Pencarian artikel dibantu dengan kombinasi kata kunci sebagai berikut: *athletes, young, body composition, cardiorespiratory fitness, cardiorespiratory endurance, aerobic performance, physique, oxygen uptake, maximum oxygen volume, dan  $vo_2$ max*.

Untuk mendapatkan artikel yang sesuai, maka ditetapkan kriteria inklusi antara lain 1) fokus pada atlet atau mahasiswa atlet usia remaja dan dewasa awal (10-30 tahun); 2) jenis kelamin pria; 3) menganalisa faktor yang berhubungan dengan komposisi tubuh seperti IMT, berat badan, BM, %BF, dan LBM dengan nilai  $vo_2$  maks; 4) artikel terbit tahun 2008-2018. Sedangkan kriteria eksklusi yang ditetapkan jika 1) responden bukan atlet atau mahasiswa atlet dalam kelompok usia remaja dan dewasa awal ( $\geq 31$  tahun); 2) ada riwayat penyakit.

Berdasarkan hasil pencarian, didapatkan 5 artikel yang akan ditinjau ulang. Artikel tersebut merupakan hasil penelitian Serbia, Tunisia, Indonesia, Hongkong, dan Polandia. Subjek penelitian berasal dari elite atlet (Durmic et al., 2017), cabang olahraga sepakbola (Ong, Hamari, Ellal, & Isløff, 2009; Penggalih et al.,

2017; Triki et al., 2015), judo (Triki et al., 2015), dan mahasiswa atlet (Maciejczyk et al., 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kajian artikel, menunjukkan bahwa komposisi tubuh seperti % BF, IMT, LBM, %BM, massa lemak (*Fat Mass* atau FM), dan BM berhubungan dengan nilai  $vo_2$ maks pada atlet pria kelompok usia remaja dan dewasa awal. Rangkuman hasil kajian pustaka dapat dilihat pada tabel 1 (lihat tabel 1).

**Tabel 1. Hasil Rangkuman Komposisi Tubuh Yang Berhubungan dengan nilai  $Vo_2$ maks Pada Atlet Pria Usia Remaja dan Dewasa Awal (10-30 Tahun)**

Penulis	Tahun	Negara	Usia (tahun)	n	Hasil
(Durmic et al., 2017)	2017	Serbia	18-35	194	<ul style="list-style-type: none"> <li>• %BF, IMT, dan LBM memiliki hubungan signifikan negatif (OR %BF = -0,804; IMT = -1,246; LBM = -0,096).</li> <li>• %BM berhubungan signifikan positif (OR %BM = 1,192)</li> </ul>
(Triki et al., 2015)	2013	Tunisia	± 10	96	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LBM memiliki hubungan signifikan (sepakbola <math>r = 0,51</math> dan judo <math>r = 0,38</math>).</li> <li>• FM memiliki hubungan signifikan negatif (sepakbola <math>r = -0,36</math> dan judo <math>r = -0,36</math>)</li> </ul>
(Penggali h et al., 2017)	2017	Indonesia	12-19	131	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMT memiliki hubungan signifikan positif (<math>r = 0,480</math>)</li> </ul>
(Ong et al., 2009)	2009	Hongkong	± 14	70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMT berhubungan signifikan negatif dengan <math>r -0,42</math> dan <math>R^2 0,18</math></li> </ul>
(Maciejczyk et al., 2014)	2014	Polandia	18-30	39	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LBM memiliki hubungan signifikan positif (<math>r 0,38</math>).</li> <li>• Ada korelasi signifikan negatif antara BM, IMT, dan %BF dengan <math>vo_2</math>maks relatif terhadap BM.</li> <li>• Korelasi negatif signifikan ditemukan antara IMT dan <math>vo_2</math>maks terhadap <math>BM^{0,75}</math> atau <math>vo_2</math>maks terhadap <math>BM^{0,67}</math> dan antara %BF dengan <math>vo_2</math>max terhadap <math>BM^{0,75}</math> atau <math>vo_2</math>maks terhadap <math>BM^{0,67}</math></li> </ul>

Tujuan dari *systematic review* ini adalah untuk melihat hubungan antara komposisi tubuh pada atlet pria remaja dan dewasa awal (10-30 tahun) terhadap  $vo_2$ maks. Komposisi tubuh mencerminkan status gizi atlet. Komposisi tubuh dapat dipengaruhi dengan IMT, LBM, %BM, BM, BF, dan FM (Durmic et al., 2017; Maciejczyk et al., 2014; Ong et al., 2009; Penggalih et al., 2017; Triki et al., 2015).

IMT merupakan pengukuran antropometri yang bisa menggambarkan kondisi tubuh yang gemuk (Etchison et al., 2011). Berdasarkan tabel hasil, ada empat artikel memiliki hubungan signifikan antara IMT dengan nilai  $vo_2$ maks. Tiga artikel diantaranya berhubungan signifikan negatif antara IMT dengan nilai  $vo_2$ maks ( $r$  -0,42) (17), ( $r$  -0,39), ( $r$  -0,36) (Maciejczyk et al., 2014). Artinya semakin rendah nilai IMT akan semakin tinggi nilai  $vo_2$ maks pada atlet. Terdapat satu artikel dengan hasil signifikan negatif dengan nilai OR -1,246 yang artinya IMT bersifat protektif (Durmic et al., 2017).

Ditemukan juga satu artikel berhubungan signifikan positif ( $r$  0,480) yang dapat diartikan semakin tinggi nilai IMT akan semakin tinggi juga nilai  $vo_2$ maks pada atlet (Penggalih et al., 2017). Hasil dari empat artikel tersebut sejalan dengan penelitian di India dimana nilai  $vo_2$ maks akan berkurang pada individu yang kelebihan berat badan (BB) atau obesitas karena proporsi FM tinggi akan memengaruhi kegagalan otot menggunakan  $O_2$ , sehingga mengurangi kapasitas aerobik (Chatterjee, Chatterjee, & Bandyopadhyay, 2005).

Hasil penelitian menggunakan BM sebagai faktor yang berhubungan dengan nilai  $vo_2$ maks ditemukan dalam dua artikel. Artikel pertama mendapatkan hasil %BM berhubungan signifikan positif dengan nilai  $vo_2$ maks (OR 1,192), artinya tidak ada beda antara % BM rendah dengan nilai  $vo_2$ maks (Durmic et al., 2017). Artikel kedua menemukan ada hubungan signifikan negatif antara BM dengan nilai  $vo_2$ maks ( $r$ -0,39), dapat diartikan semakin rendah nilai BM maka akan semakin tinggi nilai  $vo_2$ maks (Maciejczyk et al., 2014).

Beberapa sumber masih berpendapat bahwa IMT dan BM tidak efisien menilai komposisi tubuh atlet. Alasannya, karena hasil nilai IMT dan BM atlet bisa tinggi dan masuk kategori kelebihan berat badan atau obesitas bila diterapkan

pada atlet dengan massa otot rangka yang padat. Kelemahan pengukuran IMT karena parameter perhitungan menggunakan BB dan tinggi badan (TB), serta tidak melihat komposisi tubuh secara keseluruhan (Etchison et al., 2011; Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011; Maciejczyk et al., 2014). Individu yang kelebihan berat badan (BB) atau obesitas dapat memiliki BM tinggi yang disebabkan oleh adipositas tubuh yang tinggi. BM tinggi serta IMT tinggi dapat disebabkan oleh LBM tinggi pada orang dengan BF normal atau bahkan rendah (Maciejczyk et al., 2014).

LBM adalah *Free Fat Mass* (FFM) atau massa tubuh tanpa lemak dengan sedikit lemak yaitu sekitar 3% dari massa tubuh, yang dibutuhkan oleh tubuh (Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011; Konopka & Harber, 2014). Berdasarkan hasil penelusuran artikel, didapatkan satu artikel yang menunjukkan ada hubungan signifikan negatif antara LBM dengan nilai  $vo_2$ maks (OR -0,096), artinya semakin tinggi nilai LBM akan semakin rendah nilai  $vo_2$ maks dengan LBM bersifat sebagai protektif (Durmic et al., 2017). Ada dua artikel yang menunjukkan hubungan signifikan positif yaitu pada atlet sepakbola  $r = 0,51$ , judo  $r = 0,38$  (Triki et al., 2015), dan mahasiswa atlet  $r = 0,38$  (Maciejczyk et al., 2014). Dapat diartikan bahwa semakin tinggi nilai LBM akan semakin tinggi nilai  $vo_2$ maks. Sehingga massa otot yang tinggi sebagai komponen utama LBM akan menghasilkan peningkatan nilai  $vo_2$ maks (Maciejczyk et al., 2014). Massa otot dapat berbeda pada tiap durasi dan jenis olahraga (Konopka & Harber, 2014). Hipertrofi pada serat otot akan terjadi pada olahraga beban khusus (McArdle W., Katch F., 2010). Studi yang melihat perubahan otot paha terjadi pada pengamatan selama 6 bulan pada subjek yang rutin berjalan dan berlari. Diketahui terjadi peningkatan sebanyak 9% pada luas penampang paha dan ada peningkatan yang kuat dalam ukuran otot rangka (Konopka & Harber, 2014).

Serat otot yang bergerak dengan kapasitas tinggi untuk menghasilkan ATP secara aerobik mengandung jumlah mioglobi yang relatif besar. Mioglobin merupakan protein yang berukuran kecil (sekitar 17.200 dalton) yang terdapat di otot jantung dan otot rangka, berfungsi menyimpan dan memindahkan  $O_2$  dari hemoglobin dalam sirkulasi ke enzim pernapasan. Sehingga individu dengan

massa otot yang besar akan lebih mudah menggunakan  $O_2$  selama beraktivitas (McArdle W., Katch F., 2010).

% BF merupakan persentase total berat badan dalam FM. Pelatih kerap menggunakan %BF sebagai acuan untuk mendapatkan komposisi tubuh yang optimal bagi atlet (Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011; McArdle W., Katch F., 2010). Berdasarkan hasil ada dua artikel yang berhubungan signifikan antara %BF dengan  $vo_2$ maks (Durmic et al., 2017; Maciejczyk et al., 2014). Keduanya menunjukkan hubungan signifikan negatif dengan OR -0,804 (Durmic et al., 2017) dan  $r$  -0,40 (Maciejczyk et al., 2014). Berdasarkan hasil dapat diartikan bahwa semakin rendah BF maka akan semakin tinggi nilai  $vo_2$ maks, dengan nilai OR -0,804 (Durmic et al., 2017) maka BF diartikan sebagai protektif.

Berbeda dengan BF, FM merupakan berat tubuh yang terdiri dari 10% air dan 90% jaringan adiposa (Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, 2011; McArdle W., Katch F., 2010). Berdasarkan hasil FM pada atlet sepakbola dan judo memiliki hubungan signifikan negatif dengan nilai  $vo_2$ maks (sepakbola  $r$  -0,36 dan judo  $r$  -0,36) (Triki et al., 2015). Sehingga semakin rendah FM akan semakin tinggi nilai  $vo_2$ maks atlet.

Hasil temuan ini sejalan dengan hasil penelitian di India dimana tubuh dengan nilai lemak tubuh lebih rendah memiliki hasil  $vo_2$ maks yang lebih baik (Shete et al., 2014). Lemak tubuh berlebih dapat menurunkan kemampuan jantung memompa darah yang mengangkut  $O_2$  saat berolahraga. Sehingga jumlah darah yang dipompa menjadi lebih sedikit dan menyebabkan penurunan konsumsi  $O_2$  pada otot yang sedang bekerja. Kondisi ini tentu berdampak pada nilai  $vo_2$ maks yang rendah (Arum & Mulyati, 2014). Sehingga dapat disimpulkan jumlah lemak tubuh akan memengaruhi kemampuan aerobik dan kebugaran kardiovaskular, sebab berkurangnya lemak tubuh maka akan meningkatkan kebugaran aerobik.

## **SIMPULAN**

Nilai  $vo_2$  maks pada atlet pria usia remaja dan dewasa awal (10-30 tahun) berhubungan signifikan dengan komposisi tubuh atlet seperti dari IMT, LBM, BM, BF, dan FM. Atlet dengan IMT dan BM rendah memiliki nilai  $vo_2$ maks yang

lebih baik (OR -1,246). Atlet dengan LBM tinggi memiliki nilai  $vo_2$  maks yang baik. Semakin rendah nilai BF dan BF akan semakin tinggi nilai  $vo_2$  maks.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, H. 2014. Analisis Tingkat  $VO_2$ max Pada Atlet Sepak Bola di PPLP Sulawesi Selatan. *Competitor*, (1), 1–5.
- Allen, S. V., & Hopkins, W. G. 2015. Age of Peak Competitive Performance of Elite Athletes: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 45 (10), 1431–1441.
- Andhini, R. A. 2011. Hubungan Antara Asupan Zat Gizi dan Komposisi Lemak Tubuh dengan Kapasitas Daya Tahan Tubuh Atlet di Sekolah Atlet Ragunan Jakarta. *Journal of Nutrition College*. Institut Pertanian Bogor. Retrieved from <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/53489>
- Arum, V. M., & Mulyati, T. 2014. Hubungan Intensitas Latihan, Persen Lemak Tubuh, Dan Kadar Hemoglobin Dengan Ketahanan Kardiorespirasi Atlet Sepak Bola. *Journal of Nutrition College*, 3(1), 179–183.
- Atkinson, J. L. 2009. Age Matters in Sport Communication. *Electronic Journal of Communication*, 19(3&4). Retrieved from <http://www.cios.org/EJCPUBLIC/019/2/019341.html>
- Brown, K. A., Patel, D. R., & Darmawan, D. 2017. Participation in sports in relation to adolescent growth and development. *Translational Pediatrics*, 6(3), 150–159. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.03>.
- Bryantara, O. F. 2016. Faktor Yang Berhubungan Dengan Kebugaran Jasmani  $Vo_2$  maks Atlet Sepakbola. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, Vol.4 No.2(Kebugaran), 237–249. <https://doi.org/10.20473/jbe.v4i2.2016.237>
- Burke, L. V. D. 2010. *Clinical Sport Nutrition*. (L. V. D. Burke, Ed.) (4 edition). New South Wales: McGraw Hill Australia Pty Ltd.
- Chatterjee, S., Chatterjee, P., & Bandyopadhyay, A. 2005. Cardiorespiratory fitness of obese boys. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 49(3), 353–357.
- Dewi, E. ., & Kuswari, M. 2013. Hubungan Asupan Zat Gizi Makro dan Status Gizi terhadap Kebugaran Atlet Bulu Tangkis Jaya Raya pada Atlet Laki-laki dan Perempuan di Asrama Atlet Ragunan. *Jurnal Nutrire Diaita*, 5(2).
- Durmic, T., Djelic, M., Lovic, D., Gavrilovic, T., Cirkovic, A., & Zdravkovic, M. 2017. Composition corporelle, pression artérielle et aptitude aérobie chez des sportifs de haut niveau. *Science and Sports*, 32 (3), e81–e91.
- Etchison, W. C., Bloodgood, E. A., Minton, C. P., Thompson, N. J., Collins, M. A., Hunter, S. C., & Dai, H. 2011. Body mass index and percentage of body fat as indicators for obesity in an adolescent athletic population. *Sports Health*, 3 (3), 249–252. <https://doi.org/10.1177/1941738111404655>
- Heather Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, L. A. B. (2011). *Practical Application in Sport Nutrition* (3 edition). Burlington: Jones & Bartlett Learning.
- Kim, C. H., Wheatley, C. M., Behnia, M., & Johnson, B. D. 2016. The effect of aging on relationships between lean body mass and  $VO_2$ max in rowers.

- PLoS ONE*, 11(8), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160275>
- Konopka, A. R., & Harber, M. P. 2014. Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 42(2), 53–61. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000007>
- Maciejczyk, M., Więcek, M., Szymura, J., Szyguła, Z., Wiecha, S., & Cempla, J. 2014. The influence of increased body fat or lean body mass on aerobic performance. *PLoS ONE*, 9(4), 0–5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095797>
- McArdle, W., Katch F., K. V. 2010. *Exercise physiology. Nutrition, energy, and human performance*. (P. C. Williams, Ed.) (seventh). Baltimore: Lippincott.
- Ong, P. U. I. A. M. W., Hamari, K. A. C., Ellal, A. L. D., & Isløff, U. L. W. 2009. Relationship Between Anthropometric and Physiological Char. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (18), 1204–1210.
- Penggalih, M. H. S. T., Juffrie, M., Sudargo, T., & Sofro, Z. M. (2017). Correlation between nutritional status and lifestyle for youth soccer athlete performance: A cohort study. *Pakistan Journal of Nutrition*, 16(12), 895–905.
- Shete, A. N., Bute, S. S., & Deshmukh, P. R. (2014). A study of VO2 max and body fat percentage in female athletes. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(12), BC01-BC03.
- Sukmala, H. 2017. *Standarisasi dan Gambaran Vo2max Atlet Futsal Putra Tingkat Profesional di Indonesia*. Universitas Pendidikan Indonesia. Retrieved from <http://repository.upi.edu/30130/>
- Triki, M., Rebai, H., Aouichaoui, C., Shamssain, M., Masmoudi, K., Fellmann, N. Tabka, Z. 2015. Comparative study of bronchial hyperresponsiveness between football and judo groups in prepubertal boys. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(2), 1–8.