



# Differentiation of Body Fat Composition Measurement Between Skinfold Caliper and Bioelectrical Impedance analysis Methods Among Athletes

## Perbedaan Massa Lemak Antara Pengukuran Skinfold Caliper dengan Bioelectrical Impedance analysis pada Atlet

Yanti Ernalina<sup>1</sup>, Miftah Azrin<sup>2</sup>, Jessy Latni G<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UIN Sultan Syarif kasim Riau

<sup>2,3</sup> Fakultas Kedokteran Universitas Riau

### ABSTRACT

Research about Skinfold Caliper (SKF) and Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) has been frequently studied in athletes. Accurate of SKF is dependent on the technique, skill, and experience of the tester, whereas BIA is less time consuming and easily administered by investigators. The study aimed was to analyze the mean difference of body fat composition (BF%) between SKF and BIA methods among bodybuilders, heavy lifter, and weight lifter athletes. This was an observational analytic research with a cross-sectional design. The data were obtained from direct measurements to 30 athletes (21 men and 9 women). The percentage of body fat data were obtained by SKF and BIA and also anthropometric data (weight and height). The mean of BF percentages was analyzed by multiple paired t-test. The study showed a significant difference in BF% between SKF and BIA methods according to gender, sport, and Body Mass Index (BMI) categories ( $p < 0,05$ ). The mean BF % by skinfold caliper was 18,91 and by BIA was 24,27. Body fat percentage by SKF methods in bodybuilder, heavy lifter, weight lifter, man, woman, normal, overweight, moderates and severe obese were 12,05; 21,77; 17,67; 17,31; 22,67; 11,75; 17,83; 23,05; and 34,99. In other, by BIA were 15,34; 28,58; 21,59; 21,99; 29,60; 16,47; 23,69; 29,32; 36,00. It concluded that the mean difference in Body Fat (BF) % between SKF and BIA methods according to gender, kind of sport, and BMI categories was significant ( $p < 0,05$ ), except in severely obese.

### ABSTRAK

Penelitian mengenai pengukuran massa lemak menggunakan alat Skinfold Caliper (SKF) dan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) pada atlet sudah banyak dilakukan. Keakuratan metode skinfold caliper tergantung pada teknik pengukuran, keahlian, dan pengalaman dari pengukur, sedangkan metode BIA lebih ringkas, hemat waktu, dan mudah digunakan. Tujuan Penelitian adalah untuk menganalisis perbedaan rata-rata persentase massa lemak tubuh antara menggunakan metode SKF dengan BIA pada atlet binaraga, angkat berat, dan angkat besi. Desain penelitian cross-sectional. Data dikumpulkan secara langsung terhadap 30 atlet (21 laki-laki dan 9 orang perempuan). Pengukuran dilakukan dengan mengukur berat badan, tinggi badan, persen lemak tubuh menggunakan BIA, dan SKF. Perbedaan rata-rata persentase lemak tubuh dianalisis menggunakan uji multiple paired t-test. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan rata-rata persentase lemak tubuh pada atlet menggunakan metode SKF dan BIA. Secara umum dan berdasarkan jenis kelamin, jenis olahraga, dan IMT terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ). Rata-rata persentase massa lemak tubuh menggunakan kaliper skinfold adalah 18,91 sedangkan menggunakan BIA adalah 24,27. Berurutan persentase lemak tubuh menggunakan metode SKF pada atlet binaraga, angkat berat, angkat besi, laki-laki, perempuan, status gizi normal, gizi lebih, moderate obes, dan severe obes yaitu : 12,05; 21,77; 17,67; 17,31; 22,67; 11,75; 17,83; 23,05; dan 34,99. Persentase rata-rata massa lemak tubuh menggunakan metode BIA yaitu 15,34; 28,58; 21,59; 21,99; 29,60; 16,47; 23,69; 29,32; dan 36,00. Kesimpulan penelitian terdapat perbedaan rata-rata persentase lemak tubuh pada atlet menggunakan metode SKF dan BIA secara umum dan berdasarkan jenis kelamin, jenis olahraga, dan IMT, kecuali pada kelompok severe obese.

**Keywords** : Athlete, bioelectrical impedance analysis (BIA), body fat, nutrition, skinfold caliper.

**Kata Kunci** : Atlet, bioelectrical impedance analysis (BIA), gizi, kaliper skinfold, massa lemak tubuh.

Correspondence : Yanti Ernalina  
Email : [yanti.ernalina@uin-suska.ac.id](mailto:yanti.ernalina@uin-suska.ac.id), 081904148090

• Received 20 Juli 2020 • Accepted 23 November 2020 • p - ISSN : 2088-7612 • e - ISSN : 2548-8538 •

DOI: <https://doi.org/10.25311/keskom.Vol6.Iss3.559>

## PENDAHULUAN

Gizi sangat erat kaitannya dengan prestasi olahraga. Asupan gizi yang baik memiliki pengaruh positif terhadap performa dan prestasi yang dapat diraih oleh seorang atlet. Status gizi yang baik diperlukan untuk mempertahankan derajat kebugaran dan kesehatan, membantu pertumbuhan serta menunjang pembinaan prestasi atlet (Kemenkes RI, 2014). Pengukuran persentase lemak tubuh masih menjadi kajian penelitian, karena kepentingannya dalam memberikan informasi data mengenai status gizi atlet, namun keakuratan hasil pengukurannya sangat sulit dicapai (Supariasa, 2012). Penelitian terdahulu menyarankan pengukuran persentase massa lemak tubuh lebih baik daripada Indeks Masa Tubuh (IMT) sebagai alat skrining obesitas pada laki-laki dewasa usia diatas 30 tahun dan perempuan dewasa diatas usia 40 tahun (Ho-Pham et al., 2015)

Komposisi tubuh adalah susunan tubuh yang digambarkan sebagai dua komponen yaitu lemak tubuh dan massa tubuh tanpa lemak (Duren et al., 2008). Kenaikan maupun penurunan massa tubuh yang berlebihan memberikan dampak yang tidak baik pada atlet, dan massa tubuh tanpa lemak (lean body mass) berhubungan dengan status kesehatan atlet (Mahan et al., 2017). Metode antropometri menggunakan caliper skinfold merupakan salah satu metode memperkirakan presentasi total lemak tubuh (Norton & Old, 1998). Pengukuran menggunakan skinfold caliper pada atlet dapat memastikan bahwa penurunan berat badan yang terjadi pada atlet itu adalah berkurangnya massa lemak tubuh, dan meningkatnya nilai massa otot tanpa lemak (Kelly et al., 2006). Total massa lemak tubuh sebagai persentase dari berat badan dapat diukur dengan menggunakan alat penunjang seperti Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), Computed Tomography Scan (CT Scan), MRI (Magnetic Resonance Imaging). Gold Standar pada pemeriksaan massa lemak, komposisi tubuh dan FFM (Fat Free Mass) adalah dengan menggunakan DXA (Dual- Energy X-ray absorptiometry), namun membutuhkan biaya yang mahal dan alatnya sulit dibawa sehingga tidak dapat dilakukan untuk penelitian di populasi (Bilsborough et al., 2014).

Beberapa penelitian terdahulu sudah ada yang meneliti mengenai perbandingan pengukuran % BF menggunakan metode BIA, caliper skinfold, dan DXA pada atlet, pada remaja, dewasa, dan lansia, namun masih dapat di teliti secara lebih spesifik pada cabang olahraga tertentu. Penelitian terdahulu pada tenaga militer diperoleh hasil bahwa metode BIA lebih valid dan reliabel dibandingkan dengan caliper skinfold (SKF), penelitian yang lain ada juga yang menyebutkan sebaliknya. (Aandstad, et al., 2014).

Persentase massa lemak atlet merupakan gambaran status gizi atlet yang berhubungan dengan status kesehatan dan prestasi atlet. Persentase lemak tubuh yang tinggi maupun yang rendah akan memberikan dampak yang tidak menguntungkan

pada atlet. Persentase lemak tubuh yang berlebih juga berisiko terhadap penyakit kardiovaskuler (Larson et al., 2018). Terdapat hubungan persen lemak tubuh dengan kekuatan otot pada atlet sepakbola remaja (Setiowati, 2015). Perhatian terhadap status gizi atlet dengan pengukuran persentase massa lemak tubuh pada atlet angkat berat, angkat besi, dan binaraga sangat perlu karena sebagian besar atlet memiliki IMT berat badan lebih dan obesitas (Latni, Ernalia, & Azrin, 2015).

Pengukuran massa lemak tubuh pada atlet yang mengandalkan kekuatan (olahraga power) seperti binaraga, angkat besi, dan angkat berat penting dilakukan karena cabang olahraga ini memerlukan kekuatan otot yang kuat sehingga perlu diteliti perbedaan selisih hasil rata rata % BF dari dua metode pengukuran ini (SKF dan BIA). Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis perbedaan rata-rata persentase massa lemak tubuh antara menggunakan metode SKF dengan BIA pada atlet binaraga, angkat berat, dan angkat besi secara umum dan berdasarkan jenis kelamin, jenis olahraga, dan IMT.

## METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian crosssectional. Data dikumpulkan secara langsung terhadap 30 atlet (21 laki-laki dan 9 orang perempuan), pada atlet binaraga, angkat berat, dan angkat besi menjelang persiapan PON pada tahun 2014 di Komite Olahraga Nasional Indonesia (KONI) Provinsi Riau. Pengukuran dilakukan dengan mengumpulkan data karakteristik responden meliputi usia, jenis kelamin, cabang olahraga, dan pengukuran antropometri berat badan, tinggi badan, dan massa lemak tubuh. Pengukuran data antropometri dilakukan oleh enumerator yang sudah terlatih yang merupakan mahasiswa tingkat akhir fakultas kedokteran Universitas Riau, dengan cara mengukur berat badan menggunakan timbangan digital, tinggi badan menggunakan alat mikrotoise, persen lemak tubuh menggunakan BIA merk omron HBF 306, dan pengukuran massa lemak tubuh menggunakan metode SKF dengan merk lafayette skinfold caliper 01128. Pengukuran persentase lemak tubuh menggunakan metode caliper skinfold dilakukan dengan berdasarkan Jackson-Pollock Three Method. Pengukuran yang dilakukan pada wanita ialah pada trisepts, suprailiaka dan front thigh, sedangkan pada pria dilakukan pada chest, abdominal dan front thigh (Anonim, 2005). Perbedaan rata-rata persentase lemak tubuh dianalisis menggunakan software statistik SPSS dengan menggunakan uji multiple paired t-test, hal ini setelah dilakukan uji normalitas data nilai pengukuran caliper skinfold dan BIA menggunakan uji Kolmogorv Sminorv diperoleh nilai Kolmogorv Sminorv > 0,05.

## HASIL

Hasil penelitian dapat diketahui dari Tabel 1 dan Tabel 2. Rata-rata usia subjek pada penelitian ini yaitu 26 tahun, sedangkan

rata-rata Indeks Massa Tubuh (IMT) pada penelitian ini yaitu 29,43 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian**

Variabel	N	%
Cabang Olahraga :		
a. Binaraga	5	16.7
b. Angkat Berat	9	30
c. Angkat Besi	16	53.3
Umur :		
a. Remaja (12-25 tahun)	20	66.7
b. Dewasa (26-45 tahun)	9	30
c. Lansia (> 46 tahun)	1	3.3
Jenis Kelamin		
a.Laki-Laki	21	70
b.Perempuan	9	30
Status Gizi		
a. Normal	8	26.7
b. Overweight	11	36.6
c. Moderate Obes	9	30
d. Severe Obes	2	6.7

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa sebagian besar responden memiliki status gizi lebih (36,6 % overweight, 30% moderate obese, dan 6,7 % severe obese), berusia remaja 66,7%, dan berjenis kelamin laki-laki (70%).

**Tabel 2. Perbedaan Persentase Massa Lemak Tubuh Antara Metode Skinfold Caliper dengan BIA pada Atlet**

Variabel	Skinfold Caliper Mean±SD	BIA Mean±SD	Mean Difference	p
Secara umum	18,92 ± 7,50	24,28 ± 8,60	5,36	0,00
Jenis Kelamin				
Laki – Laki	17,31 ± 7,10	21,99 ± 8,75	4,68	0,00
Perempuan	22,67 ± 7,36	29,60 ± 5,60	6,93	0,00
Jenis Olahraga				
Binaraga	12,05 ± 4,14	15,34 ± 5,73	3,29	0,03
Angkat Berat	22,67 ± 7,36	29,60 ± 5,60	6,93	0,00
Angkat Besi	21,77 ± 6,75	28,58 ± 6,15	6,81	0,00
Status Gizi (BMI)				
Normal	11,75 ± 4,61	16,48 ± 8,89	4,73	0,02
Overweight	17,82 ± 2,85	23,69 ± 4,43	5,87	0,00
Moderate	23,05 ± 6,03	29,32 ± 7,10	6,27	0,00
Obese				
Severe Obese	34,99 ± 2,60	36,00 ± 1,13	1,01	0,51

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan % BF massa lemak tubuh atlet menggunakan metode SKF dan alat BIA berdasarkan jenis kelamin, jenis olahraga, dan status gizi ( $p < 0,05$ ). Satu-satunya hasil pengukuran (perbedaan rata-rata persentase massa lemak tubuh) menggunakan caliper skinfold dengan BIA, yang tidak bermakna secara statistik ( $p = 0,51$ ) yaitu pada kelompok atlet yang memiliki status gizi severe obese.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa dari 30 subjek penelitian sebagian besar termasuk dalam kategori usia remaja (66,7%), usia dewasa (30%), dan 1 orang (3,3%) masuk dalam kategori lansia (Kemenkes RI, 2009). Berdasarkan literatur diketahui terdapat perbedaan massa lemak tubuh antara anak, remaja, dewasa, dan lansia. Massa bebas lemak (FFM) secara progresif berkurang, sedangkan massa lemak meningkat seiring

dengan bertambahnya usia (McRae et al., 2010). Rata-rata persentase lemak tubuh juga menurun seiring dengan pertambahan usia perdekade (Ho-Pham et al., 2015).

Pada penelitian ini terdapat 9 orang atlet perempuan, yaitu 6 orang pada atlet angkat berat dan 3 orang pada atlet angkat besi, dan tidak ada perempuan pada atlet binaraga. Perbedaan rata-rata persentase massa lemak tubuh antara metode SKF dengan alat BIA berdasarkan jenis kelamin juga terlihat ada perbedaan yang signifikan dengan selisih persentase lemak tubuh 4,7 % untuk jenis kelamin laki-laki, 6,9% untuk jenis kelamin perempuan. Persentase massa lemak (body fat) tubuh yang sehat (21–33% untuk perempuan and 8–21% untuk laki-laki). Rata-rata persentase lemak tubuh pada 3 atlet cabang olahraga binaraga, angkat berat, dan angkat besi pada jenis kelamin laki-laki lebih besar dibandingkan perempuan. Persentase lemak tubuh pada atlet laki 17,31% menggunakan metode SKF dan 21,9 % menggunakan alat BIA, sedangkan untuk jenis kelamin perempuan 22,67 % menggunakan metode SKF dan 29,60% dengan alat BIA. Laki-laki memiliki persentase masa lemak tubuh dan berat lemak tubuh yang lebih rendah, tetapi memiliki massa tubuh tanpa lemak dan kepadatan tulang yang lebih tinggi dibandingkan perempuan (Ho-Pham et al., 2015).

Status gizi pada subjek penelitian ini dapat diketahui berdasarkan Tabel 1 bahwa sebagian besar responden memiliki status gizi lebih (36,6 % overweight, 30% moderate obese, dan 6,7 % severe obese), dan 26,7% status gizi normal. Meskipun atlet memiliki berat badan dan IMT yang lebih tinggi tetapi lemak tubuh mereka secara signifikan lebih rendah bila dibandingkan dengan non-atlet (Aandstad et al., 2014).

Bila dianalisa berdasarkan cabang olahraga, status gizi atlet berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT) sebagian besar mengalami kelebihan berat badan dan obesitas, hal ini kemungkinan dapat terjadi karena jenis cabang olahraga yang diteliti adalah olahraga yang membutuhkan kekuatan otot seperti binaraga, angkat berat, dan angkat besi serta adanya klasifikasi pertandingan sesuai dengan kelas berat badan atlet. Persentase massa lemak tubuh (% BF) pada penelitian ini secara umum memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi menggunakan pengukuran BIA dibandingkan menggunakan caliper skinfold. Perbedaan selisih rata-rata nilai persentase lemak tubuh menggunakan dua metode pengukuran adalah 5,6%, hal ini dapat terjadi karena perbedaan ketelitian pengukuran dan perbedaan alat yang digunakan, bias dari pengukur, status hidrasi atlet, dan aktivitas atlet yang tidak di perhitungkan sebelumnya. Terdapat beda signifikan ( $p < 0,05$ ) pada perubahan persen lemak tubuh latihan ringan dibanding latihan sedang dan latihan berat pada 9 atlet balap sepeda (Penggali & Niamila, 2015).

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian pada 30 laki-laki dewasa di India yang diketahui bahwa rata-rata nilai persentase massa lemak tubuh dengan SKF lebih tinggi 10,55%

dibandingkan dengan menggunakan BIA (Chahar, 2013). Perbedaan hasil ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa hasil pengukuran tergantung dari jumlah, dan tempat yang digunakan pada pengukuran skinfold, variasi dari lemak subkutan berdasarkan jenis kelamin, ras, dan usia (Gibson, 2005).

Secara keseluruhan hasil pengukuran menggunakan BIA memiliki persentase massa lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode SKF. Pada atlet persentase massa lemak tubuh penting karena menggambarkan status gizi atlet yang nantinya akan berpengaruh pada prestasi. Persentase massa lemak berkorelasi dengan penampilan yang sehat dan menarik, dan secara fisiologis juga berhubungan dengan status kesehatan (Brierley et al., 2016)

Subjek penelitian ini dari atlet binaraga keseluruhannya laki-laki dengan nilai rata-rata persentase lemak tubuh 12,1% dengan metode SKF dan 15,3% dengan alat BIA. Hasil % BF pada atlet binaraga ini melebihi nilai rata-rata, yaitu rata-rata pada laki-laki 6-9% (laki-laki), dan 9-13% (perempuan). Baik pada atlet cabang olahraga angkat berat dan angkat besi memiliki perbedaan nilai rata-rata persentase lemak tubuh antara menggunakan SKF dengan BIA yang bermakna secara statistik ( $p < 0,05$ ). Pada atlet angkat berat terdapat selisih % BF sebesar 6,93% (22,67% metode SKF : 29,60% dengan alat BIA). Persentase massa lemak atlet binaraga pada penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya % BF menggunakan caliper skinfold adalah sekitar 14,1% pada 146 atlet dari beberapa cabang olahraga di Jepang (Takai et al., 2018).

Pada atlet angkat besi juga terdapat selisih % BF sebesar 6,81% (21,8% metode SKF : 28,6% dengan menggunakan BIA) (Tabel 2). Nilai rata-rata persentase massa lemak tubuh atlet angkat besi pada penelitian dibandingkan penelitian sebelumnya di negara Turki sedikit berbeda di sana diketahui berdasarkan pemeriksaan menggunakan dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) % BF nya adalah 32,5% (Koşar, 2016). Nilai rata-rata persentase massa lemak tubuh atlet angkat besi laki-laki menggunakan caliper skinfold di Lampung adalah 15,96% (Ambardini, 2013). Secara umum pada kedua metode pengukuran massa lemak tubuh ini diketahui bahwa persentase lemak tubuh pada atlet angkat berat dan angkat besi ini melebihi nilai rata-rata (persentase rata-rata massa lemak tubuh yang normal pada atlet angkat berat dan angkat besi yaitu, 9-16% (laki-laki), dan 14-20% (perempuan).

Berdasarkan Tabel 2 juga dapat diketahui dibandingkan 3 jenis cabang olahraga, binaraga, angkat berat, dan angkat besi, atlet angkat berat memiliki persentase massa lemak tubuh (% BF) yang paling kecil, sedangkan untuk atlet angkat besi memiliki % BF yang paling besar. Selisih persentase massa lemak tubuh berdasarkan status gizi (normal, overweight, moderate obese, dan severe obese) berturut-turut yaitu : 4,73%, 5,87%, 6,27%, dan 1,01%. Secara keseluruhan terdapat perbedaan %BF massa

lemak tubuh atlet menggunakan metode SKF dan alat BIA berdasarkan jenis kelamin, jenis olahraga, dan status gizi ( $p < 0,05$ ). Satu-satunya hasil pengukuran (perbedaan rata-rata persentase massa lemak tubuh) menggunakan caliper skinfold dengan BIA, yang tidak bermakna secara statistik ( $p = 0,51$ ) yaitu pada kelompok atlet yang memiliki status gizi severe obese.

Walaupun terdapat perbedaan rata-rata hasil % BF pada dua metode ini secara statistik, namun secara makna interpretasi klinik dan pengklasifikasian tidak terdapat perbedaan, karena baik dengan pengukuran menggunakan SKF, maupun dengan BIA rata-rata BF % atlet melebihi nilai normal yang ditetapkan. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian terdahulu pada 72 profesor di UNPAD Indonesia, yang mendapati hasil bahwa tidak ada perbedaan persentase massa lemak menggunakan metode SKF dan BIA yang signifikan berdasarkan jenis kelamin, aktivitas fisik, dan kategori IMT, kecuali pada kelompok subjek obes 1 (Lubis et al., 2018). Perbedaan hasil penelitian ini kemungkinan dapat disebabkan oleh perbedaan area pengukuran caliper skinfold pada penelitian terdahulu di trisep, suprailiaka, abdomen, dan thigh serta perbedaan karakteristik subjek penelitian. Metode SKF masih memiliki kelemahan karena metode ini tergantung pada asumsi bahwa subkutan lemak merupakan proporsi konstan dari total lemak tubuh (Mc Rae et al., 2010)

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian terdapat perbedaan rata-rata persentase lemak tubuh pada atlet menggunakan metode SKF dan BIA secara umum dan berdasarkan jenis kelamin, jenis olahraga, dan IMT, kecuali pada kelompok severe obese. Rata-rata persentase lemak tubuh pada atlet menggunakan metode BIA lebih tinggi secara signifikan dibanding metode skinfold caliper.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan bahwa walaupun terdapat perbedaan nilai rata-rata hasil pengukuran persentase massa lemak atlet dapat menggunakan metode SKF dan BIA, namun masih memberikan interpretasi kategori hasil yang sama sehingga masih dapat digunakan. Saran untuk penelitian selanjutnya sebaiknya lebih memperhatikan ketelitian pengukuran menggunakan alat Skinfold Caliper (SKF), melihat status hidrasi dan aktifitas fisik yang dilakukan atlet sebelum pengukuran massa lemak tubuh menggunakan BIA.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada pihak Komite Olahraga Nasional Indonesia (KONI) Provinsi Riau, PABBSI (Persatuan Angkat Berat, Besi, dan Binaraga Seluruh Indonesia) Provinsi Riau, atas kesempatan dan bantuan yang diberikan selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aandstad, A., Holtberget, K., Hageberg, R., Holme, I., & Anderssen, S. A. (2014). Validity and Reliability of Bioelectrical Impedance Analysis and Skinfold Thickness in Predicting Body Fat in Military Personnel. 179 (February). <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-12-00545>
- Ambardini, RL. 2013. Peningkatan Perilaku Pola Makan Sehat Atlet Angkat Besi di Padepokan Lampung. *Jurnal Iptek Olahraga Kemenpora RI*. vol 15 no 2,
- Anonim. 2005. Lafayette instrument. Lafayette skinfold caliper II user's manual. Europe : Lafayette instrument company
- Bilsborough JC, Greenway K, Opar D, Livingstone S, Cordy J, Coutts AJ. (2014). The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. *Journal Sport Science*; 32(19):1821±8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.926380> PMID: 24914773.
- Brierley, M. E., Brooks, K. R., Mond, J., Stevenson, R. J., & Stephen, I. D. (2016). The body and the beautiful: Health, attractiveness and body composition in men's and women's bodies. *PLoS ONE*, 11(6), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156722>
- Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, Lee M, ChohAC, Siervogel RM. (2008). Body composition methods: comparisons and interpretation. *J Diabetes Sci Technol*; 2(6):1139-1146.
- Chahar, P. S. (2013). Comparison of Skinfold Thickness Measurement and Bioelectrical Impedance Method for Assessment of Body Fat. 28(4), 1065–1069. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.28.08.8165>
- Ho-Pham, L. T., Lai, T. Q., Nguyen, M. T. T., & Nguyen, T. V. (2015). Relationship between body mass index and percent body fat in Vietnamese: Implications for the diagnosis of obesity. *PLoS ONE*, 10(5), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127198>
- Kelly, Mp., Skinner, S., Clark, RJ., DeFransesco, C., & Campitelli, F. (2006). *Sports Nutrition Manual*. National Federation of Professional Trainer
- Kemenkes RI (2014). *Pedoman Gizi Olahraga Prestasi* : Jakarta : Kementerian Kesehatan
- Kemenkes RI (2009). *Sistem Kesehatan Nasional*. Jakarta
- Koşar, Ş. N. (2016). Associations of lean and fat mass measures with whole body bone mineral content and bone mineral density in female adolescent weightlifters and swimmers. *Turkish Journal of Pediatrics*, 58(1), 79–85. <https://doi.org/10.24953/turkjped.2016.01.011>
- Larson, L. M., Guo, J., Williams, A. M., Young, M. F., Ismaily, S., Addo, O. Y., ... Northrop-Clewes, C. A. (2018). Approaches to assess vitamin a status in settings of inflammation: Biomarkers reflecting inflammation and nutritional determinants of anemia (BRINDA) project. *Nutrients*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/nu10081100>
- Latni, J., Ernalia, Y., & Azrin, M. (2015). Gambaran Status Gizi Atlet Angkat Berat, Angkat Besi Dan Binaraga Komite Olahraga Nasional Indonesia (Koni) Provinsi Riau Tahun 2015. *Jom*, 33(11).
- Lubis, L., Ngo, N., Yiin, Z., & Luftimas, D. E. (2018). Differentiation of body fat composition between skinfold caliper and bioelectrical impedance analysis methods among professors. 1(1), 12–16. <https://doi.org/10.36675/baj.v1i1.6>
- Mahan, L.K., S. Escott-Stumps. 2017. *Krause's Food, Nutrition, and Diet Therapy*. 11 ed. Elsevier USACSaunders: 275-6, 296-8.
- McRae M. (2010). Male and female differences in variability with estimating body fat composition using skinfold calipers. *J Chiropr Med*; 9(4): 157-161.
- Norton, K & Old, T. (1998). *Anthropometrica : A text book of body measurement for sport and health courses*. Sydney : University of New South Wales Press. 47-53
- Penggalih, mirza hapsari sakti titis, & Niamila, I. (2015). Perbedaan perubahan lemak tubuh dan berat badan atlet balap sepeda pada berbagai intensitas latihan. *Journal Article*, XVI(2).
- Setiowati, A. (2015). Hubungan Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Asupan Zat Gizi dengan Kekuatan Otot. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 4(1).
- Supariasa N D, Bakri B, Fajril. (2012). *Penilaian status gizi*. Jakarta: Penerbit bukukedokteran EGC.
- Takai, Y., Nakatani, M., Aoki, T., Komori, D., Oyamada, K., Murata, K., ... Kanehisa, H. (2018). Body shape indices are predictors for estimating fat-free mass in male athletes. *PLoS ONE*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189836>