

HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH DAN JENIS KELAMIN DENGAN MASSA OTOT RANGKA PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SWADAYA GUNUNG JATI

Dinda Rachmani Adi Restu¹, Muhammad Duddy Satrianugraha Wahidin², Ali Manfaluthi A²

¹Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati

²Dosen Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati

Dindarachmani23@gmail.com

jurnal@fkunswagati.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang : Massa otot rangka dipertimbangkan sebagai jaringan terbesar dalam tubuh manusia yang mencakup sekitar 40-50% massa tubuh. Jurnal Kesehatan melaporkan bahwa massa otot dapat bervariasi dalam berbagai daerah salah satunya perbedaan indeks massa tubuh (IMT). IMT normal memungkinkan seseorang memiliki massa otot rangka yang kurang. Salah satu masalah yang terjadi pada mahasiswa adalah menurunnya massa otot rangka pada tubuh diakibatkan dari perubahan gaya hidup yang berhubungan dengan kualitas nutrisi dan aktivitas fisik. **Tujuan :** Mengetahui hubungan indeks massa tubuh dan jenis kelamin dengan massa otot rangka pada mahasiswa tahap akademik di Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati. **Metode :** analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Pengambilan data menggunakan teknik *stratified random sampling* sebanyak 86 sampel. Analisis bivariat menggunakan uji korelasi spearman. **Hasil :** Hasil Indeks Massa Tubuh Responden dengan kategori normal rerata 16,95(16,26-17,96), responden dengan jenis kelamin Perempuan 40(46,5%) dan laki-laki 46(53,5%). Responden dengan massa otot rangka kurang memiliki rerata 17,76(12,12-24,69). Indeks massa tubuh dan Massa Otot Rangka menunjukkan hubungan yang signifikan ($p < 0,001$) dengan korelasi positif dan tergolong kuat ($r = 0,664$), hubungan signifikan antara Jenis Kelamin dan Massa Otot Rangka ($p < 0,001$) dengan korelasi negatif dan tergolong kuat ($r = -0.740$). **Simpulan :** Terdapat hubungan antara Indeks Massa Tubuh dengan Massa Otot Rangka serta terdapat hubungan antara Jenis Kelamin dengan Massa Otot Rangka. Sebagian besar mahasiswa dengan IMT normal memiliki massa otot rangka yang kurang dan sebagian besar populasi perempuan dalam penelitian memiliki massa otot rangka yang kurang.

Kata Kunci : Indeks Massa Tubuh, Massa Otot Rangka, Jenis Kelamin, Mahasiswa.

ABSTRACT

Background : Skeletal muscle mass is considered the largest tissue in the human body accounting for approximately 40-50% of body mass. The Health Journal reported that muscle mass can vary in different regions, one of which is the difference in body mass index (BMI). A normal BMI allows a person to have less skeletal muscle mass. One of the problems that occur in university students is the decrease in skeletal muscle mass in the body due to changes in lifestyle related to nutritional quality and physical activity. **Aim :** To analyze the relationship between body mass index and gender with skeletal muscle mass in academic-stage students at the Faculty of Medicine, Swadaya Gunung Jati University. **Method :** This study is observational analytic research using a Cross-sectional approach. The data were collected by using a stratified random sampling technique as many as 86 samples. Bivariate analysis used Spearman's correlation test. **Results :** Results of Body Mass Index Respondents with normal categories have a mean of 16.95 (16.26-17.96), respondents with female gender 40 (46.5%) and male 46 (53.5%). Respondents with less skeletal muscle mass had a mean of 17.76 (12.12-24.69). Body mass index and skeletal muscle mass showed a significant relationship ($p < 0.001$) with a positive correlation and classified as strong ($r = 0.664$), a significant relationship between gender and skeletal muscle mass ($p < 0.001$) with a negative correlation and classified as strong ($r = -0.740$). **Conclusion :** There was a relationship between Body Mass Index and Skeletal Muscle Mass and also a relationship between Gender and Skeletal Muscle Mass. Most of the students with normal BMI had not enough skeletal muscle mass and most of the female population in the study had not enough skeletal muscle mass.

Keyword : Body Mass Index, Skeletal Muscle Mass, Gender, University Students

Latar Belakang

Massa otot rangka dipertimbangkan sebagai jaringan terbesar dalam tubuh manusia yang mencakup sekitar 40-50% massa tubuh. Komposisi SMM (*skeletal muscle mass*) mungkin stabil selama usia 20-40 tahun dan mulai menurun signifikan setelah usia 45 tahun. Penurunan SMM terjadi dengan proses penuaan sebagai perubahan fisiologis yang disebabkan oleh penurunan dalam jumlah dan diameter serat otot. Selain itu, juga terjadi peningkatan non-jaringan kontraktil di kompartemen otot, seperti pada lemak dan otot intramuskular jaringan ikat. Kondisi ini memicu berkurangnya kemampuan fisik, kualitas hidup (QoL), dan fungsi metabolisme kardio pulmoner. Peningkatan risiko jatuh, cacat fisik, dan bahkan kematian juga terlihat.^(1,2,3)

Menurut WHO lebih dari 1 miliar orang di seluruh dunia mengalami obesitas 650 juta orang dewasa, 340 juta remaja, dan 39 juta anak-anak. Jumlah ini masih terus bertambah. WHO memperkirakan pada tahun 2025, sekitar 167 juta orang dewasa dan anak-anak, akan menjadi kurang sehat karena kelebihan berat badan atau obesitas. Indonesia pada tahun 2018 angka prevalensi obesitas pada usia 15 tahun mengalami peningkatan dibanding pada tahun 2013. Prevalensi Obesitas 2007 sampai 2018, yaitu dengan IMT $25 < 27$ pada tahun 2007 dari 8,6% naik menjadi 11,5% pada 2013, dan pada tahun 2018 naik menjadi sebesar 13,6%.⁽⁴⁾

Dewasa muda merupakan periode transisi dari masa remaja ke dewasa atau yang disebut beranjak dewasa (*emerging adulthood*) hal ini terjadi dari usia 18 sampai 25 tahun, dan mahasiswa termasuk ke dalam masa transisi ini. Masa ini adalah masa terjadinya proses pengembangan identitas diri, lingkungan dan pola perilaku atau kepribadian. lingkungan dan perubahan perilaku dari individu merupakan penyebab utama terjadi masalah obesitas karena persentase lemak tubuh yang tinggi sebagai akibat dari perubahan perilaku tersebut. Komposisi tubuh merupakan salah satu komponen yang sangat penting yang dapat mempengaruhi kesehatan individu. Tubuh manusia terdiri dari dua komponen utama yaitu lemak dan non lemak. Lemak dapat berupa lemak esensial dan lemak non esensial. Sedangkan komponen non lemak dapat berupa air, tulang, dan otot. Meskipun perubahan jumlah pada semua komponen tubuh akan berpengaruh pada kesehatan seseorang, salah satunya adalah massa otot.^(5,6)

Salah satu cara khas untuk mengukur SMM adalah dengan menggunakan analisis impedansi bioelektrik (BIA). Analisis ini dianggap memiliki beberapa keunggulan dibanding pengukur lainnya. Analisis ini juga terjangkau, akurat, mudah digunakan, cepat,

bebas dari radiasi dan bisa dilakukan pada pasien yang terbaring di tempat tidur tanpa harus memobilisasi pasien.^(5,7,8)

Penggunaan BIA telah diperiksa lebih lanjut dari 10 tahun dan telah terbukti memiliki korelasi dengan pencitraan resonansi magnetik (MRI) hasil pemeriksaan. Titik potong di BIA ditentukan oleh kerangka apendikular indeks massa otot (ASMI) yang diperoleh melalui penggunaan rumus yang membagi total SMM dengan kuadrat tinggi.⁽⁶⁾

Indeks massa tubuh dianggap sebagai parameter utama yang mencerminkan karakteristik populasi yang berkorelasi untuk aktivitas fisik dan kebiasaan makan selanjutnya mempengaruhi massa otot rangka. Pada penelitian terbaru ditemukan bahwa massa otot mengubah hubungan IMT dengan persentase lemak tubuh dan dengan gejala sisa kelebihan lemak tubuh. Maka dari itu, menggunakan IMT sebagai satu-satunya pengukuran komposisi tubuh secara tidak tepat dapat mengakibatkan perbedaan tingkat adiposit dan risiko kematian.^(5,9,10)

Metode

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati dan Poli gizi klinik Rumah Sakit Paru Sidawangi, Sumber, Cirebon pada bulan Mei – Juli tahun 2023. Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan desain *cross-sectional* dengan teknik pengambilan sampel menggunakan metode *Stratified random sampling*. Populasi target penelitian ini adalah dewasa muda dengan usia 18 sampai 25 tahun di Cirebon, Populasi terjangkau penelitian ini adalah mahasiswa tahap akademik Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati. Sampel pada penelitian ini adalah yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mahasiswa berstatus aktif semester 2,4 dan 6 tahun ajaran 2022-2023 serta bersedia menjadi responden. Sedangkan kriteria eksklusi penelitian ini adalah mahasiswa yang tidak mampu berdiri secara mandiri, mahasiswa dengan aktifitas fisik berat seperti atlet, mahasiswa yang mengalami edema anasarka, dan mahasiswa yang sedang hamil. Besar sampel penelitian ini adalah sebanyak 86 mahasiswa. Cara pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan data sekunder dengan pengukuran menggunakan alat ukur berat badan injak *digital*, alat ukur tinggi badan (*stadiometer*), pengukuran IMT, dan pengukuran menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Scale*. Data yang telah terkumpul kemudian dilakukan analisis univariat dan bivariat untuk melihat ada hubungan antara indeks massa tubuh dan jenis kelamin dengan massa otot rangka yang selanjutnya menggunakan uji korelasi *spearman*. Penelitian ini telah

mendapatkan izin etik Fakultas Kedokteran No.70/EC/FKUGJ/V/2023.

Hasil

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon dan Poli gizi klinik Rumah Sakit Paru Sidawangi Cirebon, dengan melakukan pengukuran berat badan, tinggi badan, dan pengukuran massa lemak menggunakan *Bio Impedance Analysis (BIA) Scale* yang terdapat pada RS Paru Sidawangi. Pengumpulan menggunakan data primer yang dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2023. Hasil analisis univariat yang diperoleh dari keseluruhan responden antara lain adalah kategori jenis kelamin yang disajikan pada Tabel 1 dan kategori Indeks Massa Tubuh dan Massa Otot Rangka yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1 menyajikan karakteristik responden pada penelitian berdasarkan dari jenis kelamin. Responden yang mengikuti penelitian ini terdiri dari laki-laki sebanyak 46 orang (53,5%) dan perempuan sebanyak 40 orang (46,5%). Sedangkan pada Tabel 2, menyajikan indeks massa tubuh dan massa otot rangka. Diketahui indeks massa tubuh pada responden memiliki hasil rerata dengan kategori *underweight* sebanyak 5 orang yang memiliki rerata 30,50, normal sebanyak 25 orang yang memiliki rerata 16,95, kemudian dengan kategori *overweight*; *at risk* sebanyak 15 orang yang memiliki rerata 21,31, *obese I* sebanyak 22 orang yang memiliki rerata 27,71, dan *obese II* sebanyak 19 orang yang memiliki rerata 35,53. Sedangkan pada massa otot

rangka menunjukkan bahwa dari seluruh responden, responden yang memiliki massa otot rangka normal (≥ 25 Kg dari total berat badan) adalah sebanyak 40 orang dengan rerata 28,69. Sedangkan responden dengan massa otot rangka kurang adalah sebanyak 46 orang dengan rerata 17,76.

Pembahasan

Indeks massa tubuh dan jenis kelamin pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran UGJ

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa sebagian besar responden memiliki massa lemak yang tinggi sekalipun sebagian besar memiliki IMT normal. Hal tersebut adalah suatu keadaan yang mungkin terjadi terutama pada dewasa muda. Responden dengan IMT normal namun massa lemak berlebih termasuk ke dalam ‘situasi’ obesitas dengan berat badan normal. Hal ini selaras dengan penelitian Yair Lahav, Aviv Kfir, dan Yftach Gepner pada tahun 2023 dan Lana P. Franco, Carla C. Morais, dan Critiane Cominetti tahun 2023 yang menjelaskan bahwa sekalipun IMT adalah cara praktik untuk evaluasi kemungkinan obesitas, namun penggunaan pengukuran IMT tidak dapat digunakan untuk menilai komposisi tubuh seseorang.^(11,12)

IMT adalah penilaian yang sering digunakan terkait adanya risiko masalah kesehatan. Penggunaan IMT sendiri masih memiliki keterbatasan terutama pada pengukuran terhadap orang dengan densitas otot yang tinggi.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin

Jenis Kelamin		
Kategori	N	%
Laki-laki	46	53,5
Perempuan	40	46,5
Total	86	100,0

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Indeks Massa Tubuh dan Massa Otot Rangka

Indeks Massa Tubuh		
Kategori	Rerata	N
<i>Underweight</i>	16,95 (8,70-49,90)	5
Normal	21,31 (16,26-17,96)	25
<i>Overweight</i>		
<i>At Risk</i>	23,93 (19,22-28,82)	15
<i>Obese I</i>	27,17 (25-29,40)	22
<i>Obese II</i>	35,53 (29,15-46,86)	19
Massa Otot Rangka		
Kategori	Rerata	N
Kurang	28,69 (25,16-38,08)	40
Normal	17,76 (12,12-24,69)	46

Massa Otot Rangka pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran UGJ

Hasil yang didapatkan terdapat tiga kategori distribusi massa otot rangka dalam populasi yang diamati. Kategori pertama adalah "Normal" (massa otot rangka lebih dari sama dengan 25 kg dari total berat badan), dengan frekuensi sebanyak 40 kasus dari total populasi yang diamati. Persentase ini menunjukkan bahwa sebagian kecil populasi memiliki tingkat massa otot rangka yang masuk dalam kisaran normal sesuai standaryang ditetapkan. Kategori kedua adalah "Kurang" (massa otot rangka kurang dari 25 kg dari total berat badan), dengan frekuensi sebanyak 46 kasus dari total populasi. Persentase ini menunjukkan bahwa sebagian besar populasi memiliki tingkat massa otot rangka yang lebih rendah dari standar normal, yang dapat mengindikasikan kekurangan massa otot rangka dalam tubuhnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Perempuan memiliki massa otot yang lebih rendah untuk setiap kategori IMT sedangkan untuk populasi laki-laki dan perempuan hanya populasi yang memiliki massa otot lebih rendah untuk setiap kategori IMT. Sebuah studi sebelumnya melaporkan bahwa pria memiliki persentase massa SMM yang lebih besar di tubuh bagian atas dan persentase massa SMM yang lebih rendah di tubuh bagian bawah dibandingkan dengan wanita.^(8,13)

Hal ini menunjukkan bahwa distribusi SMM pada pria dan wanita adalah terkait dengan tingkat akumulasi total massa SMM pada orang dewasa normal. Dengan demikian, perbedaan jenis kelamin dalam distribusi SMM di tubuh bagian atas dan bawah terkait dengan tingkat akumulasi FFM akumulasi FFM pada pria dan wanita.⁽¹⁴⁾

Hubungan Indeks Massa Tubuh dan Massa Otot Rangka

Indeks massa tubuh dan massa otot rangka memiliki hubungan saling terkait namun keduanya memiliki fokus yang berbeda dalam mengukur komposisi tubuh seseorang. IMT adalah angka yang diperoleh dari perbandingan antara berat badan dan tinggi badan, yang memberikan gambaran kasar tentang apakah berat badan seseorang berada dalam kisaran yang sehat atau tidak. Di sisi lain, massa otot rangka mengacu pada jumlah otot yang dimiliki oleh tubuh seseorang, memiliki dampak penting pada kekuatan, metabolisme, dan kesehatan secara keseluruhan.⁽¹⁵⁾

Hubungan antara keduanya bisa dijelaskan dengan

fakta bahwa orang dengan IMT yang tinggi, yang mengindikasikan kelebihan berat badan atau obesitas, mungkin memiliki potensi untuk memiliki lebih banyak massa otot rangka jika mereka terlibat dalam aktivitas fisik yang mempromosikan pertumbuhan otot. Sebaliknya, individu dengan IMT yang rendah, menandakan kekurangan berat badan, mungkin menghadapi risiko memiliki massa otot yang kurang memadai, yang dapat mengakibatkan masalah kesehatan seperti kelemahan dan kekurangan energi.

Massa otot rangka mengacu pada jumlah otot yang dimiliki oleh tubuh seseorang. Orang dengan IMT normal mungkin memiliki berbagai tingkat massa otot, tergantung pada seberapa aktif mereka secara fisik dan apakah mereka memenuhi kebutuhan gizi yang tepat. Individu dengan IMT yang tinggi, menandakan kelebihan berat badan atau obesitas, mungkin memiliki variasi dalam massa otot mereka. Meskipun demikian, penting untuk diingat bahwa komposisi tubuh yang optimal mencakup lebih dari sekadar IMT. Faktor-faktor seperti aktivitas fisik, pola makan, genetika, dan jenis kelamin juga berperan dalam membentuk hubungan yang lebih kompleks antara IMT dan massa otot. Oleh karena itu, untuk mencapai kesehatan dan kebugaran yang optimal, perlu mempertimbangkan kedua komponen ini, dengan mengadopsi gaya hidup seimbang yang melibatkan aktivitas fisik yang tepat dan pola makan yang sehat.⁽¹⁶⁾

Penting untuk diingat bahwa komposisi tubuh yang optimal melibatkan lebih dari hanya IMT. Variabel seperti aktivitas fisik, pola makan, genetika, serta jenis kelamin juga memainkan peran penting dalam membentuk keterkaitan yang lebih kompleks antara IMT dan massa otot.⁽¹⁶⁾

Hubungan Jenis Kelamin dengan Massa Otot Rangka

Pada hasil analisis penelitian ini, didapatkan bahwa populasi penelitian dengan jenis kelamin laki-laki memiliki massa otot rangka yang normal lebih banyak dibandingkan dengan populasi perempuan pada penelitian. Hal ini disebabkan karena komposisi tubuh antara laki-laki dan perempuan berbeda, dan cara masing-masing jenis kelamin untuk menyimpan lemak juga berbeda. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Melanie Schorr, Laura E. Ditchel, dkk pada tahun 2018 yang menjelaskan bahwa perbedaan jenis kelamin menjadi salah satu indikator perbedaan dari komposisi tubuh. Hal-hal

yang mengakibatkan perbedaan komposisi tubuh secara signifikan antara laki-laki dan perempuan tidak terlepas dari peran hormon seksual. Pada laki-laki kadar hormon testosteron lebih tinggi dibandingkan dengan perempuan.^(14,17)

Massa otot rangka yang lebih tinggi pada laki-laki dapat disebabkan karena tingginya kadar hormon testosteron dalam tubuh mereka dibandingkan dengan perempuan. Namun, distribusi otot serat dalam tubuh setiap jenis kelamin memiliki jumlah dan tipe yang berbeda, yang juga dapat mempengaruhi ketahanan saat beraktivitas menggunakan otot seperti berolahraga.⁽¹⁸⁾

Jenis otot rangka yang terdapat dalam tubuh manusia digolongkan menjadi serat otot merah (*red fibers*), serat otot putih (*white fibers*).^(18,19,20) Serat otot merah memiliki banyak myoglobin yang merupakan sejenis protein berwarna kemerahan

yang fungsinya adalah untuk mengikat oksigen ke serat otot yang berbeda dengan otot putih yang memiliki kandungan myoglobin lebih sedikit, membuat warnanya lebih pucat namun tipe otot ini berfungsi untuk memberikan glukosa dalam jumlah besar yang digunakan untuk proses glikolisis.^(17,19)

Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah responden yang memiliki IMT dengan kategori normal reratanya adalah 16,95 dengan jumlah responden berjenis kelamin perempuan sebanyak 40 orang (46,5%) dan laki-laki sebanyak 46 (53,5%). Responden dengan massa otot kurang memiliki rerata 17,76. Terdapat hubungan antara IMT dengan massa otot rangka ($p\text{ value} = <0,001$) dan ($r = 0,664$) serta terdapat hubungan antara jenis kelamin dengan massa lemak dengan ($p\text{ value} <0,001$) dan ($r = 0,740$)

Daftar Pustaka

1. Studi kesehatan masyarakat p, kesehatan masyarakat f, veteran bangun nusantara sukoharjo jl letjend sujono humardani no u, jombor k. Studi obesitas sentral pada mahasiswa prodi kesehatan masyarakat univet bangun nusantara sukoharjo kartika pibriyanti. Vol 11.; 2018.
2. Chen lk, liu lk, woo j, et al. Sarcopenia in asia: consensus report of the asian working group for sarcopenia. *J am med dir assoc*. 2014;15(2):95-101. Doi:10.1016/j.jamda.2013.11.025
3. Cruz-jentoft aj, baeyens jp, bauer jm, et al. Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis. *Age ageing*. 2010;39(4):412- 423. Doi:10.1093/ageing/afq034
4. Laporan risekdas nasional. Badan penelitian dan pengembangan Kesehatan: Kemetrian Kesehatan republik Indonesia. 2018
5. Agnes grace florence. Hubungan pengetahuan gizi dan pola konsumsi dengan status gizi pada mahasiswa tpb sekolah bisnis dan manajemen institut teknologi bandung [disertasi]. Bandung. Institut Teknologi Bandung
6. Chien my, huang ty, wu yt. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community- dwelling elderly people in taiwan. *J am geriatr soc*. 2008;56(9):1710-1715. Doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01854.x
7. Yamada y, watanabe y, ikenaga m, et al. Comparison of single- or multifrequency bioelectrical impedance analysis and spectroscopy for assessment of appendicular skeletal muscle in the elderly. *J appl physiol*. 2013;115(6):812-818. Doi:10.1152/jappphysiol.00010.2013
8. Kim tn, yang sj, yoo hj, et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in korean adults: the korean sarcopenic obesity study. *Int j obes*. 2009;33(8):885- 892. Doi:10.1038/ijo.2009.130
9. Alemán-mateo h, ruiz valenzuela re. Skeletal muscle mass indices in healthy young mexican adults aged 20–40 years: implications for diagnoses of sarcopenia in the elderly population. *The scientific world journal*. 2014;2014:1-5. Doi:10.1155/2014/672158
10. Wattimena rh, vitriana v, defi ir. Correlation between body mass index, gender, and skeletal muscle mass cut off point in bandung. *International journal of integrated health sciences*. 2017;5(2):47-51. Doi:10.15850/ijihs.v5n2.990
11. Lahav Y, Kfir A, Gepner Y. The paradox of obesity with normal weight; a cross-sectional study. 2023;(June).
12. Franco LP, Morais CC, Cominetti C. Normal-weight obesity syndrome : diagnosis, prevalence, and clinical implications. 2016;74(9): 558–70.
13. Abramowitz mk, hall cb, amodu a, sharma d, androga l, hawkins m. Muscle mass, bmi, and mortality among adults in the united states: a population- based cohort study. *PLOS ONE*. 2018;13(4):e0194697. Doi:10.1371/journal.pone.0194697

14. Tabe, C F Kearns T fukunaga. Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. *Br J Sports Med.* 2013;37:436-440
15. Alfiansyah MA, Febriyanto K. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Keluhan Low back pain Pada Operator Alat Berat. *Borneo Student Res.* 2021;3(1):1–6.
16. Tomlinson DJ, Erskine RM, Morse CI, Winwood K, Onambélé- Pearson G. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology.* 2016;17(3):467–83.
17. Schorr M, Dichtel LE, Gerweck A V, Valera RD, Torriani M, Miller KK, et al. Sex differences in body composition and association with cardiometabolic risk. 2018;1–10.
18. Sherwood L. *Introduction to Human Physiology.* Internatio. West Virginia: Brooks/Cole Cengage Learning; 2017.
19. Niswatin D, Cahyawati W, Rosida L. Literatur Review: Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Massa Otot pada Lansia. *Homeostasis* [Internet]. 2021;4(1):171–80. Available from: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/hms/article/view/3378>