

JKMK

JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT KHATULISTIWA

<http://openjournal.unmuhpnk.ac.id/index.php/JKMK?page=index>



INDEKS MASSA TUBUH, ASUPAN PROTEIN DAN KEKUATAN OTOT PADA PEREMPUAN REMAJA AKHIR DI PERKOTAAN

Anna Fitriani^{1✉}, Desiani Rizki Purwaningtyas²

^{1&2}Program Studi Ilmu Gizi: Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka
Alamat: Jl. Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta-12130, Indonesia
Korespondensi: annafitriani@uhamka.ac.id/085600009238

ABSTRAK

Secara global terjadi penurunan kekuatan otot genggam tangan/*Hand Grip Strength (HGS)* pada perempuan remaja akhir, khususnya yang tinggal di perkotaan. Rendahnya *HGS* pada usia ini berhubungan dengan risiko kesehatan dan kemampuan fisik di usia-usia selanjutnya. *HGS* dikaitkan dengan berbagai faktor, di antaranya indeks massa tubuh (IMT) dan asupan protein, namun hasil penelitian yang ada belum konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran *HGS* dan hubungannya dengan IMT dan asupan protein pada perempuan remaja akhir di perkotaan yang merupakan mahasiswi Prodi Gizi FIKES UHAMKA Jakarta. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional dengan desain studi potong lintang. Sebanyak 164 sampel diperoleh secara *purposive sampling*. Uji *chi square* dilakukan untuk melihat perbedaan proporsi *low HGS* pada berbagai kelompok IMT dan asupan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata skor *HGS* sebesar $21,70 \pm 7,09$ kg, dimana 48,7% responden tergolong *low HGS*. Tidak ada perbedaan signifikan proporsi *low HGS* antara IMT normal dengan IMT tidak normal (kurang dan lebih) ($p=0,481$; $OR=0,758$). Namun, proporsi *low HGS* secara signifikan lebih tinggi pada mereka yang memiliki asupan protein defisit dibandingkan yang normal (p value = $0,000$; $OR=9,0$). Oleh karena itu, asupan protein yang adekuat diperlukan untuk menjaga kekuatan otot pada remaja akhir di perkotaan.

Kata kunci: Kekuatan otot, *hand grip strength*, IMT, asupan protein, remaja akhir

ABSTRACT

There has been a decline of hand grip strength (*HGS*) among female college student across the globe, including in Indonesia. The *low HGS* at a young age is related to health problems and physical abilities in later life. Hand Grip Strength (*HGS*) is related with several factors such as body mass index (BMI) and protein intake, but the available researches are still inconsistent. This cross sectional study examined the level of *HGS* and its relationship with BMI and protein intake among 164 female college student of UHAMKA Jakarta (*purposive sampling*). Chi square test was performed to reveal the difference proportion of *low HGS* among various groups. The results showed that the average *HGS* score was 21.70 ± 7.09 kg, of which 48.7% of respondents were classified as *low HGS*. There was no significant difference of *low HGS* proportion between normal BMI and abnormal BMI (less and more) (P value = 0.481 ; $OR=0,758$). However, the proportion of *low HGS* was significantly higher among those who had deficit protein intake compared to normal (P value = $0,000$; $OR=9,0$). Therefore, an adequate protein intake is needed to maintain muscle strength among youth.

Keyword: muscle strength, hand grip, BMI, protein intake, late adolescences

@ 2020, JKMK-Unmuh Pontianak1

PENDAHULUAN

Kekuatan otot genggam (*hand grip strength/HGS*) merupakan indikator yang sering digunakan untuk mengukur kekuatan otot dan menjadi proksi dari status gizi serta prediktor kualitas kesehatan.^{1,2,3} Skor *HGS* yang rendah pada usia remaja akhir berhubungan dengan tingginya risiko kesehatan di usia-usia selanjutnya, seperti risiko metabolik,⁴ risiko kardiovaskuler,⁵ gagal jantung⁶ dan bahkan kematian dini⁷. Selain itu, lemahnya *HGS* juga berhubungan dengan meningkatnya risiko gangguan fungsi fisik, disabilitas⁸ dan fungsi kognitif⁹.

Level *HGS* di kalangan remaja akhir telah banyak diobservasi di berbagai belahan dunia. Umumnya, skor *HGS* pada perempuan lebih rendah dibandingkan laki-laki. Penelitian pada remaja akhir yang tinggal di perkotaan dengan pola hidup kurang aktif menunjukkan bahwa level *HGS* tertinggi dimiliki oleh negara-negara maju di Eropa dan Amerika Utara (median skor *HGS* 30 kg pada perempuan, 50 kg pada laki-laki). Level sedang dimiliki oleh Cina (median skor *HGS* 28 kg pada perempuan, 45 kg pada laki-laki), Amerika Selatan (median skor *HGS* 29 kg pada perempuan, 45 kg pada laki-laki) dan Timur Tengah (median skor *HGS* 26 kg pada perempuan, 45 kg pada laki-laki). Sementara negara-negara berkembang memiliki skor paling rendah seperti Asia Selatan (median skor *HGS* 23 kg pada perempuan, 35 kg pada laki-laki), Afrika (median skor *HGS* 21 kg pada perempuan, 37 kg pada laki-laki) dan Asia Tenggara (median skor *HGS* 23 kg pada perempuan, 40 kg pada laki-laki).¹⁰ Di Brazil misalnya, 47% remaja memiliki level *HGS* yang rendah, dan 37,7% di antaranya adalah remaja perempuan.¹¹ Di Malaysia, skor *HGS* pada remaja perempuan jauh lebih rendah dibandingkan populasi yang sama di Eropa, Inggris dan Kolombia.¹²

Di Indonesia sendiri, beberapa penelitian melaporkan bahwa *HGS* remaja perempuan yang tinggal di perkotaan sebagian besar tergolong rendah, seperti yang ditemukan di Manado dan Karanganyar. Penelitian di Manado menunjukkan bahwa dari 31 orang siswi SMK berusia 15-18 tahun yang menjadi sampel penelitian, 71% memiliki skor *HGS* dan kurang sekali untuk tangan kanan maupun tangan kiri.¹³ Penelitian pada 155 siswi SMP di Gondangrejo, Karanganyar menunjukkan bahwa 20% responden memiliki skor *HGS* yang tergolong lemah.¹⁴

Salah satu faktor yang mempengaruhi *HGS* adalah indeks massa tubuh (IMT). Penelitian pada pasien stroke yang telah kehilangan massa tubuh menunjukkan bahwa seseorang dengan status gizi kurang cenderung memiliki kekuatan otot yang lemah. Hal ini disebabkan kondisi kurang gizi menurunkan massa otot yang kemudian menurunkan kekuatan otot.^{15,16} Namun, IMT berlebih juga menurunkan skor *HGS*.^{17,18,19} Sayangnya, berbagai temuan masih inkonsisten. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa pada populasi perempuan, IMT kurang (*underweight*) berhubungan dengan skor *HGS* yang lebih tinggi pada kelompok laki-laki dan perempuan.²⁰

Selain IMT, level *HGS* juga dipengaruhi faktor asupan. Telah banyak bukti melaporkan korelasi positif antara *HGS* dengan asupan protein total.^{21,22,23,24} Sebagai contoh, konsumsi protein di atas 25 gram/hari

berkorelasi positif dengan *HGS*. Namun, hasil-hasil tersebut lebih banyak berfokus pada lansia. Hasilnya pada remaja perempuan masih belum konsisten. Beberapa temuan menunjukkan korelasi negatif antara *HGS* dengan asupan protein.²⁵ Secara teori, asupan protein yang adekuat mendorong keseimbangan protein positif yang menjadi modal utama pertumbuhan massa otot.²⁶

Puncak skor *HGS* terjadi pada usia muda²⁷ namun penelitian *HGS* terkait faktor dan *outcome* lebih banyak berfokus pada usia tua. Penelitian *HGS* di kalangan remaja perempuan pun masih belum konsisten. Selain itu, masih sedikit informasi yang melaporkan nilai referensi *HGS* secara khusus pada remaja perempuan di perkotaan²⁸ dan menjadikannya sebagai skrining dari status gizi dan asupan protein. Saat ini bahkan belum banyak upaya preventif kesehatan pada remaja maupun dewasa muda wanita yang merekomendasikan perbaikan gaya hidup seperti IMT dan asupan gizi dalam mendorong kekuatan otot.²⁹ Penelitian terkait kekuatan otot tangan pada populasi wanita yang kurang aktif di Jakarta pun masih minim.

Mahasiswi program studi gizi UHAMKA Jakarta merupakan kelompok perempuan remaja akhir dengan tipikal pola hidup perkotaan yang kurang aktif dengan pola makan yang tidak seimbang. Dengan jadwal dan tugas perkuliahan yang padat, maka praktis sebagian besar kegiatan sehari-hari mahasiswi gizi adalah duduk di depan layar sehingga dapat memicu terjadinya gizi lebih. Di sisi lain, pengabaian waktu makan akibat padatnya jadwal dan tugas kuliah juga dapat menyebabkan kurangnya frekuensi dan asupan makan sehingga berpotensi mengakibatkan gizi kurang. Selain itu, mudahnya akses dan kuatnya pengaruh media dalam mempromosikan makanan manis dan berlemak baik secara luring maupun daring juga memicu pola makan tidak seimbang yang ditandai dengan kecenderungan pola makan makanan berlemak namun rendah protein. Keseluruhan faktor risiko ini mengarahkan populasi ini pada rendahnya kekuatan otot. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui gambaran *HGS* dan hubungannya dengan IMT dan asupan protein pada perempuan remaja akhir di perkotaan yang merupakan mahasiswi Program Studi Gizi UHAMKA Jakarta.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain studi potong lintang. Populasi studi pada penelitian ini adalah perempuan remaja akhir perkotaan yang merupakan Mahasiswi Semester 3 Prodi Gizi Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan UHAMKA tahun ajaran 2018/2019 yang berjumlah 245 orang. Kekuatan uji diset sebesar 80% dan diperoleh jumlah sampel minimal 150 orang. Hanya subjek yang memenuhi kriteria inklusi (sehat, tidak memiliki riwayat penyakit kardiovaskuler dan mengikuti seluruh protokol tes *HGS*) dan berpartisipasi dari awal hingga akhir diambil menjadi responden penelitian (berjumlah 164 orang).

Pengukuran *HGS* menggunakan *Smedley digital handgrip dynamometer* dengan ketelitian 0,1 kg. Protokol tes dilaksanakan berdasarkan panduan *Southampton Protocol*. Seluruh subjek diminta untuk

mengonsumsi cukup cairan dan menghindari aktifitas berat sehari sebelum tes. *HGS* kemudian dikategorikan menjadi *low*, *normal*, dan *strong*. *IMT* dikategorikan menjadi gizi kurang ($IMT < 18,5$), normal ($IMT = 18,5 - 24,9$), gizi lebih ($IMT 25 - 29,9$) dan obesitas ($IMT > 30$). Validitas *IMT* dalam memprediksi manfaat-manfaat kesehatan seperti *HGS* telah diakui oleh *American Society of Sport Medicine*.³⁰ Subjek melakukan *self report 3 days dietary food record* dan selanjutnya protein total sehari dianalisis dan dikategorikan menjadi asupan defisit ($< 80\%$ AKG), normal ($80 - 110\%$ AKG) dan lebih ($> 110\%$ AKG). Uji beda proporsi kaidah kuadrat dilakukan untuk melihat perbedaan proporsi *low HGS* di antara kelompok-kelompok *IMT* dan asupan protein.

HASIL

Seluruh subjek yang berjumlah 164 orang berpartisipasi dalam penelitian ini dari awal hingga akhir. Diperoleh rerata umur 19,26 tahun dengan rentang usia yang tergolong ke dalam remaja akhir. Rerata berat badan adalah 53,56 kg dan tinggi badan 155,42 cm (Tabel 1).

Hampir separuh (48,7%) responden memiliki *HGS* yang tergolong *low*. Dari segi *IMT*, apabila keempat kategori *IMT* dikategorikan menjadi tidak normal (gabungan gizi kurang, gizi lebih, obesitas) dan normal maka diperoleh bahwa lebih dari sepertiga responden memiliki *IMT* tidak normal (39,6%). Dari segi asupan protein, lebih dari separuh responden memiliki asupan protein defisit (69,5%) (Tabel 1).

Hasil analisis menunjukkan bahwa proporsi *low HGS* pada kelompok *IMT* tidak normal sebesar 44,6%, tidak jauh berbeda dengan kelompok *IMT* normal yakni 51,5%. Perbedaan ini pun tidak signifikan secara statistik ($p\ value=0,481$) (Tabel 2). Di sisi lain, proporsi *low HGS* pada mereka yang memiliki asupan protein defisit sebesar 63,2%, hampir 4 kali lebih tinggi dibandingkan mereka yang memiliki asupan protein normal (16,0%). Perbedaan ini pun tentunya bermakna secara statistik ($p\ value=0,000$) (Tabel 3).

Tabel 1. Karakteristik Responden

Variabel	Mean ± SD	Min -Max
	Jumlah (%)	
Umur (tahun)	19,26 ± 0,774	18 – 22
Berat Badan (kg)	53,56 ± 2,629	40 – 91
Tinggi Badan (cm)	155,42 ± 5,45	140 – 168
IMT (kg/m ²)	22,14 ± 5,48	14,4 – 37,4
IMT (Kat)		
Kurang	32 (19,5)	
Normal	99 (60,4)	
Lebih	24 (14,6)	
Obesitas	9 (5,5)	
Asupan Protein (gr)	60,77 ± 18,75	25 – 93
Asupan Protein (Kat)		
Defisit	114 (69,5)	
Normal	50 (30,5)	
HGS (kg)	21,70 ± 7,09	12,6 – 40,8
HGS (Kat)		
Low	80 (48,7)	
Normal	78 (47,6)	
Strong	7 (3,7)	

Sumber: Data Primer, 2019

Tabel 2. Hubungan antara HGS dan IMT

IMT	Hand Grip Strength				Total		OR (95% CI)	P value
	Low		Normal & strong		n	%		
	n	%	n	%				
Tidak Normal	29	44,6	36	55,4	65	100	0,758	0,481
Normal	51	51,5	48	48,5	99	100	0,41 – 1,42	
Jumlah	80	48,8	84	51,2	164	100		

Sumber: Data Primer, 2019

Tabel 3. Hubungan antara HGS dan Asupan Protein

Asupan Protein	Hand Grip Strength				Total		OR (95% CI)	P value
	Low		Normal & strong		n	%		
	n	%	n	%				
Defisit	72	63,2	42	36,8	65	100	9,0	0,000
Normal	8	16,0	42	84,0	99	100	3,86 – 20,98	
Jumlah	80	48,8	84	51,2	164	100		

Sumber: Data Primer, 2019

PEMBAHASAN

Penggunaan alat dan protokol yang berbeda mewarnai penelitian mengenai HGS di berbagai belahan dunia. Alat *Smedley Dynamometer* yang digunakan pada penelitian ini merupakan alat yang sering digunakan selain *Jamar Hydraulic* dan *Harpenden Dynamometer*. Di sisi lain, dalam segi metode, *Southampton Protocol*

yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode yang sering digunakan selain *ASHT protocol*.^{31,32}

Pada penelitian ini, pengukuran *HGS* pada mahasiswi berusia remaja akhir dilakukan pada kedua tangan, baik tangan yang dominan (biasa digunakan untuk pekerjaan sehari-hari) maupun tangan non-dominan. Hasilnya diperoleh rerata skor *HGS* sebesar $21,70 \pm 7,09$ kg. Hasil ini sedikit lebih rendah dari skor *HGS* yang ditemukan oleh Maynard dan Triyanti (2016) pada 47 mahasiswi di sebuah universitas di Jakarta, di mana rerata skor *HGS* pada tangan dominan sebesar 21.89 ± 4.89 kg (*Smedley Dynamometer, ASHT Protocol*).³³

Bila dibandingkan dengan populasi serupa di negara-negara maju, skor *HGS* pada penelitian ini jauh lebih rendah. Di Korea, misalnya ditemukan skor *HGS* perempuan remaja akhir sebesar 25.9 ± 0.3 kg (*Takei Dynamometer, Southampton Protocol*).¹⁸ Penelitian di Jerman, skor *HGS* pada perempuan remaja akhir tahun jauh lebih tinggi, yakni 30.2 kg (*Smedley Dynamometer, Southampton Protocol*).²⁷

Namun bila dibandingkan dengan populasi serupa di negara sosial ekonomi kurang, skor *HGS* pada populasi penelitian ini jauh lebih tinggi. Misalnya saja skor *HGS* pada mahasiswi di Sri Lanka (*Smedley Dynamometer, ASHT Protocol*) dan India (*Jamar Hydraulic Dynamometer, Southampton Protocol*) masing-masing sebesar 19.52 ± 4.34 kg dan 19.5 ± 3.9 kg.^{34,35}

Perbedaan level *HGS* di berbagai belahan dunia terkait berbagai hubungannya dengan berbagai faktor, termasuk di antaranya jenis kelamin, etnis, status sosial ekonomi, ukuran tubuh, asupan gizi, dan aktivitas fisik. Negara-negara maju cenderung memiliki skor *HGS* lebih tinggi dibandingkan negara dengan sosial-ekonomi menengah ke bawah. Posisi Indonesia sebagai negara berkembang mendukung penjelasan temuan ini di mana skor *HGS* lebih rendah dibandingkan yang ditemukan di negara maju, namun lebih tinggi dari negara sosial ekonomi kurang. Kelompok yang memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi akan memiliki skor *HGS* yang lebih tinggi. Populasi pada penelitian ini adalah perempuan remaja akhir di daerah perkotaan yang memiliki gaya hidup kurang aktif sehingga faktor aktifitas fisik tentunya juga memberikan pengaruh pada skor *HGS*.¹⁰

Skor *HGS* mulai meningkat pada remaja akhir dan mencapai puncaknya pada usia dewasa muda, kemudian menurun seiring dengan bertambahnya usia.³⁶ Mahasiswi yang merupakan responden penelitian ini tergolong ke dalam usia remaja akhir yang secara fisiologis sedang mendekati puncak pertumbuhan massa dan kekuatan otot. Dibandingkan dengan usia yang lebih muda (remaja awal), skor *HGS* pada mahasiswi ini lebih tinggi. Di Malaysia, misalnya, rerata skor *HGS* pada usia remaja awal usia 12-15 tahun sebesar 18.73 ± 4.63 (tangan dominan) dan $17.44 (\pm 4.72)$ (tangan non-dominan).¹²

Faktor IMT seringkali menjadi prediktor kuat dari *HGS*, di mana semakin rendah atau semakin tinggi IMT (IMT tidak normal), semakin rendah skor *HGS*.³⁰ Hal ini didukung oleh hasil berbagai penelitian yang

melakukan uji beda anova bahwa skor *HGS* paling tinggi pada kelompok IMT normal dibanding IMT kurang dan berlebih ($P\text{ value} < 0,001$).³⁷ IMT berlebih merupakan implikasi dari terjadinya penimbunan lemak di jaringan adiposa. Lemak berlebih dalam tubuh tidak hanya berada di jaringan adiposa tetapi juga menginfiltrasi jaringan otot, menurunkan massa otot yang selanjutnya menurunkan kekuatan otot.³⁸

Namun, penelitian ini memberikan hasil berbeda. Proporsi *low HGS* justru lebih tinggi pada mereka yang memiliki IMT normal dibandingkan yang tidak normal, meskipun perbedaan ini tidak bermakna. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga menemukan korelasi yang lemah antara IMT dengan skor *HGS* pada wanita muda²⁰. Hasil penelusuran pada data kami menunjukkan bahwa beberapa responden dengan IMT berlebih justru menghasilkan skor *HGS* yang tergolong *strong*. Temuan ini pernah juga dilaporkan oleh sebuah penelitian pada universitas di Taiwan yang menemukan bahwa kelompok IMT berlebih memiliki skor *HGS* secara signifikan lebih tinggi, yakni 42.30 ± 5.35 kg dibandingkan dengan mereka yang memiliki IMT normal dan kurang (26.80 ± 5.83 dan 34.55 ± 7.84 kg).³⁹ Begitu pula dengan penelitian sebelumnya oleh di Inggris yang menemukan korelasi kuat antara skor *HGS* dengan IMT, di mana semakin tinggi IMT, maka semakin tinggi skor *HGS* ($I^2 = 57.2\%$).⁴⁰

Tingginya skor *HGS* di kalangan individu dengan IMT berlebih dapat dijelaskan melalui teori “*antigravity muscles*”. Sebuah review yang menarik dan mendalam menyimpulkan bahwa individu yang obesitas, tanpa memandang usia, memiliki kekuatan otot maksimum absolut yang lebih tinggi dibandingkan individu dengan ukuran tubuh normal dikarenakan adanya stimulus beban secara kronis yang diterima tubuhnya sejalan dengan gaya gravitasi bumi. Hal ini selanjutnya meningkatkan ukuran otot dan kekuatan otot, terutama bagian tungkai bawah.⁴¹

Kekuatan otot tidak hanya terkait dengan faktor ukuran tubuh dan perlemakan, tetapi juga asupan gizi, terutama asupan protein yang secara teoritik merupakan pembangun massa otot.^{42,43} Pada penelitian ini, proporsi *low HGS* secara bermakna lebih tinggi pada mereka yang memiliki asupan protein total defisit dibandingkan dengan yang normal. Hal ini sejalan dengan berbagai temuan sebelumnya yang juga melaporkan korelasi positif *HGS* dengan asupan protein pada populasi wanita remaja dan dewasa sehat, di mana semakin rendah asupan protein, semakin rendah pula skor *HGS*. Tidak hanya pada wanita dewasa sehat, asupan protein juga ditemukan berkorelasi positif dengan IMT pada kalangan atlet.⁴⁴ Bagi atlet, asupan protein yang adekuat baik jumlah maupun kualitasnya berhubungan dengan massa dan kekuatan otot. Protein terbukti membantu stimulus sintesis massa otot selama latihan kekuatan.⁴⁵ Pada kalangan non-atlet, peran protein mampu mendorong keseimbangan protein positif untuk pertumbuhan dan pemeliharaan serta menunjang aktifitas fisik.

Recommended Dietary Allowance (RDA) merekomendasikan asupan protein minimal sebesar 0,8 gram/kg BB/hari bagi orang dewasa sehat yang dianggap cukup untuk pemeliharaan tubuh. Pada penelitian ini, rerata asupan protein total responden sehari sebesar $60,77 \pm 18,75$ gram atau sekitar 1 gr/kg BB yang artinya sudah memenuhi anjuran RDA. Meskipun angka ini lebih rendah dari yang ditemukan pada populasi yang sama di Malaysia, yakni $66,07 \pm 19,45$ gram.¹² Namun, asupan protein yang adekuat pada penelitian ini berhasil menunjukkan proporsi *low HGS* yang lebih rendah dibanding asupan yang defisit. Hal ini menunjukkan asupan protein minimal perlu dipenuhi untuk menunjang pertumbuhan massa dan kekuatan otot.

KESIMPULAN

Hampir separuh responden memiliki skor *HGS* yang rendah. Proporsi responden dengan *low HGS* pada IMT normal lebih tinggi dibanding IMT tidak normal, namun perbedaan ini tidak bermakna. Di sisi lain, proporsi responden dengan *low HGS* secara signifikan lebih tinggi pada responden yang memiliki asupan protein defisit dibandingkan mereka yang memiliki asupan protein normal. Oleh karena itu, dianjurkan bagi perempuan remaja akhir di perkotaan untuk mempertahankan asupan protein yang adekuat guna menjaga kekuatan otot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada 1) LEMLITBANG UHAMKA yang memberikan bantuan dana, 2) Staf Laboratorium Kebugaran Prodi Gizi UHAMKA yang terlibat dalam pengukuran data, serta 3) mahasiswi Prodi Gizi Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan UHAMKA Jakarta yang secara sukarela menjadi subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris TB, et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The health ABC study. *J Appl Physiol*. 2001;90(6):2157–65.
2. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke J, Pirlich M. Hand grip strength : Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr* [Internet]. 2011;30(2):135–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2010.09.010>
3. Blair S, Durstine L, Eddy D, Hanson P, Painter P, Smith K, et al. Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Fourth Edition. Ninth. Pescatello LS, editor. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Baltimore, MD: Wolters KluwerHealth Lippincot Williams & Wilkins; 2014.

4. Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Kolle E, Andersen LB. *Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth.* Med Sci Sports Exerc. 2009;41(7):1361–7.
5. Lee M-R, Jung SM, Kim HS, Kim YB. Association of muscle strength with cardiovascular risk in Korean adults. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(47):e13240.
6. Sillars A, Celis-Morales CA, Ho FK, Petermann F, Welsh P, Iliodromiti S, et al. Association of Fitness and Grip Strength With Heart Failure: Findings From the UK Biobank Population-Based Study. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2019;94(11):2230–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2019.04.041>
7. Ortega FB, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: Cohort study of one million participants. *BMJ.* 2012;345(7884):1–12.
8. Nazari G, Bobos P, MacDermid JC, Lalone EA, Grewal R. Physical impairments predict hand dexterity function after distal radius fractures: A 2-year prospective cohort study. *Hand Ther.* 2018;23(2):64–9.
9. Hidese S, Matsuo J, Ishida I, Hiraishi M, Teraishi T, Ota M, et al. Relationship of handgrip strength and body mass index with cognitive function in patients with schizophrenia. *Front Psychiatry.* 2018;9(APR):1–11.
10. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Kutty VR, Lanan F, Hui C, et al. Reference ranges of handgrip strength from 125 , 462 healthy adults in 21 countries : a prospective urban rural epidemiologic (PURE) study. 2016;(August 2015):535–46.
11. Silva DAS, Pelegrini A, de Castro JAC, de Lima TR, de Sousa GR, de Lima Silva JMF, et al. *Low handgrip strength levels among adolescents in a city in southern Brazil.* J Bodyw Mov Ther [Internet]. 2017;21(4):884–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.03.004>
12. Ng AK, Hairi NN, Jalaludin MY, Majid HA. Dietary intake, physical activity and muscle strength among adolescents: The Malaysian Health and Adolescents Longitudinal Research Team (MyHeART) study. *BMJ Open.* 2019;9(6):1–9.
13. Pangemanan DHC, Engka JNA. EKSTREMITAS ATAS DAN EKSTREMITAS BAWAH PADA SISWA / I SMKN 3 MANADO. :109–18.
14. Andarbeni DP, Prasetyo AA. ASUPAN ENERGI DAN PROTEIN DENGAN KEKUATAN GENGGAM PADA REMAJA PUTRI (Intake Energy And Protein with Handgrip Strenght In Woman Adolescent) PENDAHULUAN Remaja merupakan sumber daya manusia yang paling potensial dalam sebuah negara karena generasi penerus. 2018;2(1):11–8.

15. Akazawa N, Harada K, Okawa N, Tamura K, Moriyama H. Muscle mass and intramuscular fat of the quadriceps are related to muscle strength in non-ambulatory chronic stroke survivors: A cross-sectional study. *PLoS One*. 2018;13(8):1–11.
16. Scherbakov N, Von Haehling S, Anker SD, Dirnagl U, Doehner W. Stroke induced Sarcopenia: Muscle wasting and disability after stroke. *Int J Cardiol* [Internet]. 2013;170(2):89–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.10.031>
17. Dhananjaya JR, Veena HC, Mamatha BS, Sudarshan CR. Comparative study of body mass index , hand grip strength , and handgrip endurance in healthy individuals. 2017;7(6):594–8.
18. Kim CR, Jeon Y, Kim MC, Jeong T, Koo WR. Reference values for hand grip strength in the South Korean population. 2018;1–12.
19. Palacio-Agüero A, Díaz-Torrente X, Dourado DQS. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents. *PLoS One*. 2020;15(6):1–13.
20. Lad UP, Satyanarayana P, Shisode-lad S. A Study on the Correlation Between the Body Mass Index (BMI), the Body Fat Percentage , the Handgrip Strength and the Handgrip Endurance in Underweight , Normal Weight and Overweight Adolescents. 2012;51–4.
21. Kuczmarski MF, Pohlig RT, Stave Shupe E, Zonderman AB, Evans MK. Dietary Protein Intake and Overall Diet Quality are Associated with Handgrip Strength in African American and White Adults. *J Nutr Heal Aging*. 2018;22(6):700–9.
22. Tak YJ, Lee JG, Yi YH, Kim YJ, Lee S, Cho BM, et al. Association of handgrip strength with dietary intake in the korean population: Findings based on the seventh korea national health and nutrition examination survey (KNHANES VII-1), 2016. *Nutrients*. 2018;10(9):1–13.
23. Mishra S, Goldman JD, Sahyoun NR, Moshfegh AJ. Association between dietary protein intake and grip strength among adults aged 51 years and over: What We Eat in America, National Health and Nutrition Examination Survey 2011-2014. *PLoS One*. 2018;13(1):1–12.
24. Mclean RR, Mangano KM, Hannan MT, Douglas P, Sahni S. Dietary Protein Intake Is Protective Against Loss of Grip Strength Among Older Adults in the Framingham Offspring Cohort. 2016;71(3):356–61.
25. Shahrook. Effect of Dietary Protein Intake on Hand Grip Strength in Healthy Adults - A Systematic Review. *Acta Sci Nutr Heal*. 2017;1(3):03–15.
26. Carbone JW, Pasiakos SM. Dietary Protein and Muscle Mass : Translating Science to Application and Health Benefit. 2019;1–13.

27. Steiber N. Strong or Weak Handgrip ? Normative Reference Values for the German Population across the Life Course Stratified by Sex , Age , and Body Height. 2016;1–14.
28. Kelaiditi E, Jennings A, Steves CJ, Skinner J, Cassidy A, Macgregor AJ. Measurements of skeletal muscle mass and power are positively related to a Mediterranean dietary pattern in women. *Osteoporos Int* [Internet]. 2016; Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-016-3665-9>
29. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease 1 X 3. 2006;475–82.
30. Tuttle MS, Montoye AHK, Kaminsky LA. THE BENEFITS of BODY MASS INDEX and WAIST CIRCUMFERENCE in the ASSESSMENT of HEALTH RISK. *ACSM’s Heal Fit J*. 2016;20(4):15–20.
31. Sousa-Santos AR, Amaral TF. Differences in handgrip strength protocols to identify sarcopenia and frailty - A systematic review. *BMC Geriatr*. 2017;17(1).
32. Leal VO, Mafra D, Fouque D, Anjos LA. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: A systematic review. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26(4):1354–60.
33. Triyanti V, Sc M. Evaluation Of The Correlation Between Hand Anthropometry And Grip Strength in Sedentary Undergraduate Students. 2016;5(3).
34. Nakandala P, Manchanayake J, Narampanawa J, Neeraja T, Pavithra S, Mafahir M, et al. Descriptive Study of Hand Grip Strength and Factors Associated With It in a Group of Young Undergraduate Students in University of Peradeniya, Srilanka Who Are Not Participating in Regular Physical Training. *Int J Physiother*. 2019;6(3).
35. Mullerpatan RP, Karnik G, John R. Grip and pinch strength: Normative data for healthy Indian adults. *Hand Ther*. 2013;18(1):11–6.
36. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process . Age and strength loss. 2013;3(4):346–50.
37. Das A, Dutta M. Correlation Between Body Mass Index and Handgrip Strength and Handgrip Endurance Among Young Healthy Adults. *J Evid Based Med Healthc*. 2015;2(27):3995–4001.
38. Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, He J, Ross R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):104–10.
39. Liao K-H. Hand Grip Strength in *Low*, Medium, and High Body Mass Index Males and Females. *Middle East J Rehabil Heal*. 2016;3(1).

40. Hardy R, Cooper R, Aihie Sayer A, Ben-Shlomo Y, Cooper C, Deary IJ, et al. Body Mass Index, Muscle Strength and Physical Performance in Older Adults from Eight Cohort Studies: The HALCYON Programme. *PLoS One*. 2013;8(2).
41. 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.
42. Campbell BI. *SPORTS NUTRITION: Enhancing Athletic Performance*. Boca Raton, USA: CRC Press Taylor & Francis Group;
43. Brouns F. *Essential of sport nutrition second edition*. Second. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England: John Wiley & Sons Ltd; 2002.
44. Setiowati A. Hubungan Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Asupan Zat Gizi dengan Kekuatan Otot. *Hub Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Asupan Zat Gizi dengan Kekuatan Otot*. 2014;4(1).
45. Bosse JD, Dixon BM. Dietary protein to maximize resistance training: a review and examination of protein spread and change theories. 2012;1–11.