

## **ADDUCTOR POLLICIS MUSCLE THICKNESS SEBAGAI PREDIKTOR SKELETAL MUSCLE MASS PADA PASIEN HEMODIALISIS**

### ***Adductor Pollicis Muscle Thickness As A Skeletal Muscle Mass Predictor In Hemodialytic Patients***

**Ali Manfaluthi Ahmad<sup>1</sup>, Hertanto Wahyu Subagio<sup>2</sup>, Amalia Sukmadianti<sup>2</sup>, Darmono SS<sup>2</sup>, Etisa Adi Murbawani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Peserta Program Pendidikan Dokter Spesialis Gizi Klinis, Fakultas Kedokteran UNDIP

<sup>2</sup>Staf Program Pendidikan Dokter Spesialis Gizi Klinis, Fakultas Kedokteran UNDIP

### **ABSTRACT**

**Background:** *CKD & hemodialysis can reduce skeletal muscle mass (SMM) and affect patient's survival. SMM is not routinely measured due to unavailability of required tools. Adductor Pollicis Muscle Thickness (APMT) is an anthropometric examination that is relatively easy, inexpensive, non-invasive and positively associated with SMM. APMT is expected to be an alternative method for measuring SMM.*

**Objective:** *To analyze APMT as a predictor of SMM in hemodialysis patients*

**Research methods:** *This correlational study involved CKD patients underwent hemodialysis as many as 50 subjects who met the inclusion and exclusion criteria. SMM is measured using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), APMT is measured using Harpendent Calipers, and physical performance is obtained using an international physical activity questionnaire (IPAQ). Hypothesis tested with bivariate & multivariate linear regression analysis for predictive value.*

**Results:** *Positive correlation were obtained between APMT and SMM in subject group of male ( $r = 0.793$   $p < 0.001$ ) & female ( $r = 0.848$ ;  $p < 0.001$ ). Age was not correlated with SMM in the male subject group ( $r = 0.34$ );  $p = 0.864$ ) and negatively correlated in female ( $r = -0.600$ ,  $p < 0.05$ ), while physical activity was positively correlated with SMM in the male ( $r = 0.655$ ,  $p < 0.001$ ) & female ( $r = 0.470$ ,  $p < 0.05$ ). APMT can be used to estimate the value of SMM in male ( $R^2 = 0.546$ ;  $p < 0.001$ ) and female ( $R^2 = 0.719$ ;  $p < 0.001$ ).*

**Conclusions:** *APMT can be used as a predictor of SMM in hemodialysis patients using prediction formula of  $SMM = -5,708 + 1.5 \times DAPMT$  (male) &  $SMM = -2.86 + 1.32 \times DAPMT$  (female).*

**Keywords:** *CKD, Hemodialysis, SMM, APMT*

### **ABSTRAK**

**Latar belakang:** *Kondisi GJK & tindakan hemodialisis dapat menurunkan skeletal muscle mass (SMM) dan mempengaruhi survival pasien. SMM tidak diukur secara rutin karena keterbatasan alat pemeriksaan. Adductor Pollicis Muscle Thickness (APMT) adalah pemeriksaan*

antropometri yang relatif mudah, murah, tidak invasif serta berasosiasi positif dengan SMM. APMT diharapkan dapat menjadi alternatif pengukuran SMM.

**Tujuan :** Menganalisis APMT sebagai prediktor SMM pada pasien hemodialisis

**Metode penelitian :** Penelitian korelasional melibatkan pasien GGK yang menjalani hemodialisis sebanyak 50 subyek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Massa otot diukur menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA), APMT diukur menggunakan Kaliper Harpenden, dan performa fisik diukur berdasarkan *international physical activity questionnaire* (IPAQ). Uji hipotesis menggunakan korelasi dan analisis regresi linier bivariat & multivariat untuk nilai prediksi.

**Hasil :** Terdapat korelasi positif antara APMT dengan SMM pada kelompok subyek pria ( $r=0.793$   $p < 0.001$ ) & wanita ( $r=0.848$ ;  $p < 0.001$ ). Usia tidak berkorelasi dengan SMM pada kelompok subyek pria ( $r = 0.34$ );  $p = 0.864$ ) dan berkorelasi negatif pada wanita ( $r= -0.600$ ,  $p < 0,05$ ), sementara aktivitas fisik berkorelasi positif dengan SMM pada kelompok subyek pria ( $r=0.655$ ,  $p < 0.001$ ) & wanita ( $r=0.470$ ,  $p < 0.05$ ). APMT dapat digunakan untuk memperkirakan nilai SMM pada kelompok subyek pria ( $R^2 = 0.546$ ;  $p < 0.001$ ) dan wanita ( $R^2 = 0.719$ ;  $p < 0.001$ ).

**Simpulan:** APMT dapat digunakan sebagai prediktor SMM pada pasien hemodialisis menggunakan formula prediksi SMM =  $-5.708 + 1.5 \times \text{DAPMT}$  (pria) & SMM =  $-2.86 + 1.32 \times \text{DAPMT}$  (wanita).

**Kata kunci :** GGK, Hemodialisis, SMM, APMT

## PENDAHULUAN

Gagal Ginjal Kronis (GGK) didefinisikan sebagai abnormalitas struktur dan fungsi ginjal dalam waktu lebih dari 3 bulan serta menimbulkan gangguan kesehatan. Peringkat GGK sebagai penyebab kematian global meningkat dari posisi 27 ke posisi 18 dalam dua dekade terakhir.<sup>1</sup> Sebanyak 30 juta orang atau sekitar 15% populasi Amerika Serikat menderita GGK, 48% diantaranya telah memasuki tahap *End Stage Renal Disease* (ESRD) yang memerlukan terapi pengganti ginjal seperti hemodialisis.<sup>2</sup> Diperkirakan sebanyak 284 dari 1 juta populasi global pada tahun 2020 akan menjalani dialisis. Secara global terjadi peningkatan prevalensi dialisis sebanyak 170% pada negara yang memberlakukan akses kesehatan universal dalam dua dekade terakhir.<sup>3</sup> Menurut *Indonesian renal registry*, terdapat 30.554 pasien yang aktif menjalani hemodialisis di Indonesia pada tahun 2015.<sup>4</sup>

Pasien GGK yang menjalani hemodialisis mengalami penurunan *skeletal muscle mass* (SMM). Penyebabnya antara lain adalah proses katabolisme yang diakibatkan asidosis metabolik, proses inflamasi & keadaan stress oksidatif, asupan energi & protein yang inadecuak, kecenderungan mengalami kelemahan kapasitas fungsional, dan inaktivitas atau *sedentary lifestyle*.<sup>5</sup> Hal – hal tersebut dapat mempengaruhi berkurangnya kapasitas fungsional yang

menggambarkan fungsi otot, dibuktikan dengan penurunan nilai uji *hand grip strength* (HGS).<sup>6</sup> SMM sebagai bagian dari *lean body mass* (LBM), berhubungan dengan prognosis *survival* pasien GJK. Pasien hemodialisis yang memiliki SMM yang lebih tinggi memiliki tingkat mortalitas lebih rendah.<sup>7</sup>

Pemeriksaan SMM secara ideal memerlukan alat pemeriksaan seperti *Magnetic resonance imaging* (MRI), *Dual-Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA), *Computed Tomography* (CT) atau *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA). Penggunaan peralatan tersebut tidak praktis dan sulit diterapkan pada praktek klinis sehari – hari karena biaya yang tinggi dan memerlukan tenaga ahli operator.<sup>8</sup> Pemeriksaan antropometri sederhana yang saat ini digunakan seperti lingkaran lengan atas & lingkaran betis memiliki keterbatasan untuk menentukan SMM secara pasti.<sup>9</sup> *Adductor Pollicis Muscle* (APM) adalah otot tubuh yang dapat dievaluasi ketebalannya secara langsung karena berada diantara dua struktur tulang dan sedikit berkolesterol dengan masa lemak tubuh. Pemeriksaan *Adductor pollicis muscle thickness* (APMT) bersifat langsung dan sederhana serta terbukti berkorelasi positif dengan LBM, terutama massa otot. APMT relatif mudah, murah, dan tidak invasif.<sup>10-13</sup> Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis APMT sebagai prediktor SMM pada pasien hemodialisis.

## METODE PENELITIAN

Penelitian observasional dengan analisis regresi korelasi dengan ruang lingkup gizi klinis, dilakukan di Unit Hemodialisis RSUP Dr. Kariadi Semarang pada September – Oktober 2018. Subjek penelitian adalah pasien yang menjalani hemodialisis rutin di RSUP Dr. Kariadi Semarang dengan kriteria inklusi diagnosis ESRD, usia antara 18 – 65 tahun dan bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi pada penelitian ini diantaranya adalah ekstremitas superior & inferior tidak lengkap, edema anasarka atau ekstremitas, tidak dapat berdiri mandiri dan hamil. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah APMT sedangkan variabel terikat adalah SMM. Variabel kontrol yang diteliti antara lain usia, jenis kelamin dan aktivitas fisik.

APMT diukur pada tangan dominan (DAPMT) dan non-dominan (NDAPMT) menggunakan Kaliper Harpenden dalam satuan millimeter. *Skeletal muscle mass* diukur dengan BIA OMRON HBF-362 dengan memasukkan data usia, jenis kelamin, dan tinggi badan. Dicatat % *skeletal mass ratio*, SMM didapatkan dengan mengalikan % *skeletal mass ratio* dengan BB (kg). Aktivitas fisik adalah kegiatan fisik yang dilakukan subyek meliputi pekerjaan, jarak dari satu tempat ke tempat lain, rekreasi, dan olah raga. Diukur menggunakan kuesioner IPAQ dan dilakukan skoring total aktivitas fisik dengan satuan *Metabolic Equivalent of Task* (MET)-*minutes/week*.

Penentuan besar sampel menggunakan rumus uji hipotesis satu arah dan didapatkan besar sampel minimal 40 orang. Subyek penelitian dipilih secara *consecutive sampling*. Data yang terkumpul melalui proses editing dan verifikasi, selanjutnya diubah dalam bentuk angka yang dimasukkan ke dalam program analistik statistika komputer. Analisis data meliputi uji deskriptif dan uji hipotesis. Dilakukan uji korelasi Pearson karena data terdistribusi normal, nilai p, nilai r dengan interval kepercayaan 95%. Selanjutnya dilakukan Analisis regresi dengan SMM sebagai

*dependent variable*, APMT sebagai *independent variable* dan Aktivitas fisik & Usia sebagai *confounding variable*. Penelitian dilakukan setelah memperoleh *ethical clearance* dari Komisi Etik Penelitian RSUP Dr. Kariadi. Subyek diberi penjelasan (*informed consent*) secara tertulis mengenai tujuan dan cara penelitian serta, diberi jaminan kerahasiaan terhadap data-data yang diberikan.

## HASIL PENELITIAN

**Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian**

Gender	Pria		Wanita	
	Jumlah		Jumlah	
	28		22	
	<b>Rerata±SB</b>	<b>Min-Maks</b>	<b>Rerata±SB</b>	<b>Min-Maks</b>
Usia (Tahun)	53±7.3	32 - 64	48.3±10.8	30 - 65
IMT (Kg/m <sup>2</sup> )	23.6±4.3	18.7 - 36.6	22.1±3.1	16.5 - 28.4
DAPMT (mm)	17.2±2.3	13 - 22.8	13.1±1.7	9.6 - 16
NDAPMT (mm)	14.9±1.9	11.2 - 19.2	11.5±1.5	8.6 - 13.8
Aktivitas Fisik (MET min / pekan)	1869.2±406.1	1111 - 2439	1514.4±456.8	693 - 2199
SMM (Kg)	20.7±4.7	12.3 - 31.8	14.4±2.6	9.9 - 18.9

Mayoritas subyek penelitian berjenis kelamin pria dibandingkan subyek dengan jenis kelamin wanita. Berdasarkan jenis kelamin, rerata DAPMT lebih besar pada pria dibanding wanita, begitu pula dengan rerata NDAPMT. Tingkat aktivitas fisik pada kelompok subyek pria lebih tinggi dibandingkan pada kelompok subyek wanita. Rerata usia kelompok subyek pria lebih tinggi dibanding wanita. Perbandingan karakteristik data kedua kelompok jenis kelamin ini dijabarkan pada **Tabel 1**.

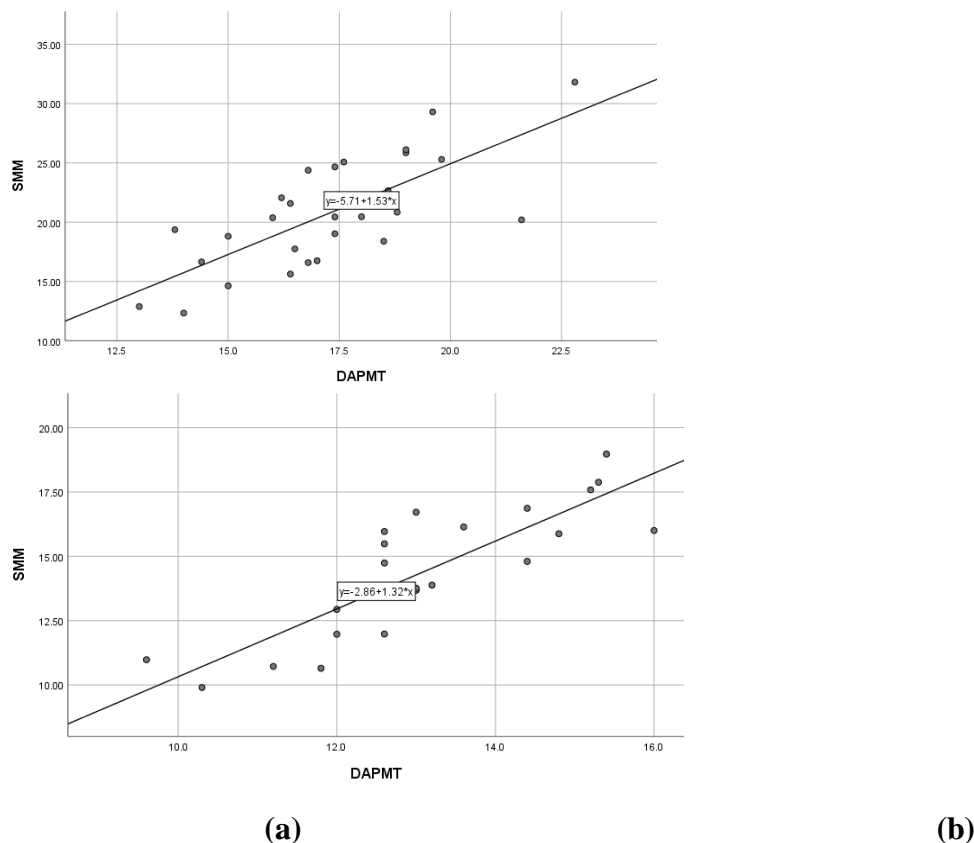
### Korelasi dan Regresi Linier APMT dengan SMM

Hasil uji parametrik Pearson menunjukkan hubungan bermakna dan berkorelasi antara DAPMT & NDAPMT dengan SMM baik pada kelompok subyek pria maupun wanita, **Tabel 2**. Koefisien korelasi bernilai positif yang artinya APMT berbanding lurus dengan SMM, semakin besar APMT maka semakin besar nilai SMM. Karena koefisien korelasi DAPMT terhadap SMM lebih tinggi dibandingkan dengan NDAPMT, maka untuk analisis selanjutnya hanya digunakan variabel DAPMT.

**Tabel 2. Korelasi APMT dengan SMM**

Variabel	r	p
DAPMT Subyek Pria	0.739	0.001**
DAPMT Subyek Wanita	0.848	0.001**
NDAPMT Subyek Pria	0.620	0.001**
NDAPMT Subyek Wanita	0.671	0.001**

Hasil analisis regresi didapatkan bahwa DAPMT dapat digunakan untuk menentukan SMM pada kelompok subyek pria ( $p < 0,005$ ) dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,546. Hasil yang serupa juga didapatkan pada kelompok subyek wanita ( $p < 0,005$ ) dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,719, **Gambar 1**.



**Gambar 1. Scatter plot regresi linier DAPMT dan SMM pada Subyek Pria (a) dan Wanita (b)**

### Korelasi *Confounding Variable* dengan SMM

Hasil uji parametrik Pearson menunjukkan hubungan yang tidak berkorelasi antara usia dengan SMM pada kelompok subyek pria ( $r = 0.18$ ,  $p = 0.899$ ). Sedangkan pada kelompok subyek wanita, terdapat korelasi negatif antara usia dengan SMM ( $r = -0.600$ ,  $p < 0,05$ ). Aktivitas Fisik dengan SMM berkorelasi positif pada kelompok subyek pria maupun pada wanita. **Tabel 3**.

**Tabel 3. Korelasi *Confounding Variable* dengan SMM**

Variabel	r	p
Usia Subyek Pria	0.34	0.864
Usia Subyek Wanita	-0.600	0.02*
Aktivitas Fisik Subyek Pria	0.655	0.001**
Aktivitas Fisik Subyek Wanita	0.470	0.027**

### Analisis Regresi Linier Multivariat

Setelah dilakukan analisis regresi linear multivariat pada kelompok subyek pria dan wanita, didapatkan persamaan regresi nilai prediksi SMM, **Tabel 4**. DAPMT dapat digunakan sebagai prediktor SMM pada kelompok pria dan wanita ( $p < 0,001$ ) dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,546 pada pria dan 0.719 pada wanita. *Confounding variable* yaitu usia dan aktivitas fisik tidak bermakna secara statistik sehingga tereklusi dari persamaan regresi multivariat.

**Tabel 4. Regresi Linier Multivariat**

	$R^2$	p	Persamaan Regresi Linear	Variabel Tereklusi
<b>Subyek Pria</b>	0.546	0.001**	SMM = -5.708 + 1.5 x DAPMT	Usia & Aktivitas Fisik
<b>Subyek Wanita</b>	0.719	0.001**	SMM = -2.86 + 1.32 x DAPMT	Usia & Aktivitas Fisik

### PEMBAHASAN

Penelitian ini memperlihatkan bahwa berdasarkan jenis kelamin, rerata APMT (DAPMT & NDAPMT) pada pria lebih besar dibanding pada wanita ( $17.24 \pm 2.26$  mm &  $14.96 \pm 1.89$  mm dan  $13.12 \pm 1.67$  mm &  $11.50 \pm 1.48$  mm). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Bielemann (2015)<sup>11</sup>, Gonzales (2010)<sup>14</sup>, dan Pereira (2013)<sup>15</sup>. Faktor yang dapat menjelaskan perbedaan tersebut adalah secara umum pria memiliki massa otot yang lebih besar dibanding wanita.<sup>10</sup> Rentang usia subyek penelitian adalah antara 30 – 65 tahun dengan rerata usia 50.98 tahun, dengan demikian menggambarkan karakteristik usia yang lebih dekat dengan populasi usia lanjut dibanding dengan usia produktif. Hal tersebut perlu dipertimbangkan dalam melihat data karakteristik variabel lain. Perbedaan hasil pengukuran APMT dengan penelitian sebelumnya dapat disebabkan oleh perbedaan populasi subyek penelitian (ras/etnis, populasi sehat/dengan penyakit tertentu), jenis alat ukur yang digunakan, dan cara pengukuran APMT. Berbagai definisi massa otot yang digunakan dalam penelitian juga menimbulkan kesulitan interpretasi hasil penelitian.

Hasil analisis statistik pada penelitian ini menunjukkan bahwa APMT memiliki korelasi positif dengan SMM kelompok subyek pria ( $r = 0.739$ ,  $p < 0.001$ ) dan kelompok subyek wanita ( $r = 0.848$ ,  $p < 0.001$ ). Bielemann (2015) menemukan bahwa APMT berkorelasi positif terhadap LBM, temuan tersebut konsisten terlepas dari jenis kelamin subyek penelitian. Penelitian tersebut mengukur LBM menggunakan DEXA.<sup>11</sup> Perbedaan dengan penelitian ini diantaranya adalah kami membandingkan APMT dengan SMM, yang merupakan bagian dari LBM, di luar organ & tulang. Karena keterbatasan alat penelitian, pengukuran SMM menggunakan BIA yang memiliki sensitivitas & spesifitas lebih rendah dalam pengukuran SMM dibanding MRI atau DEXA.<sup>16</sup> Setelah dilakukan analisis regresi linier, APMT dapat digunakan untuk memperkirakan SMM baik pada total subyek penelitian, kelompok subyek pria dan kelompok subyek wanita. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Bielemann (2016).<sup>11</sup>

Nilai SMM dan APMT dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah ras/etnis, IMT, *body frame*, status metabolik/penyakit, pekerjaan (aktivitas fisik) dan usia. Aktivitas fisik memiliki korelasi positif bermakna dengan SMM pada kelompok subyek pria ( $r = 0.655$ ,  $p < 0.001$ ) dan kelompok subyek wanita ( $r = 0.470$ ,  $p < 0.001$ ). Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Bann (2014) dimana peningkatan aktivitas fisik menghasilkan *appendicular lean mass* yang lebih tinggi.<sup>17</sup> Zanovec (2009) juga menemukan bahwa peningkatan aktivitas fisik yang diukur dengan IPAQ menghasilkan *lean tissue mass* yang lebih tinggi.<sup>18</sup> Kyle (2001) menyebutkan bahwa SMM, baik pada pria maupun wanita, mencapai nilai puncak pada usia 34 – 59 tahun, dan berkurang setelah usia 60 tahun.<sup>19</sup> Usia tidak memiliki korelasi yang bermakna terhadap SMM pada kelompok subyek pria ( $r = 0.34$ ,  $p = 0.864$ ), namun memiliki korelasi negatif pada kelompok subyek wanita ( $r = -0.600$ ,  $p = 0.02$ ). Temuan pada kelompok subyek wanita ini berbeda dari penelitian Pettyjohn (2016) yang menyebutkan bahwa pada wanita usia 18 – 75 tahun, *lean mass index* tidak berkurang seiring dengan peningkatan usia.<sup>20</sup> Hal tersebut mungkin dipengaruhi oleh tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah pada kelompok subyek wanita.

Saat dilakukan analisis multivariat, *confounding variable* yaitu aktivitas fisik dan usia tidak bermakna secara statistik baik kelompok subyek pria maupun wanita, sehingga tereksklusi dari persamaan regresi linear. APMT mempengaruhi SMM pada kelompok subyek pria dan wanita sebanyak 54.6% dan 74.5%. Faktor lain yang dapat mempengaruhi SMM pada pasien hemodialisis yang tidak diteliti pada penelitian ini antara lain kadar serum kreatinin, penyakit lain yang diderita subyek penelitian, kadar serum albumin dan status inflamasi.<sup>21,22</sup>

Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian lain yang melakukan analisis multivariat terhadap hubungan antara APMT, SMM dan *confounding variable* yang sama dengan penelitian ini, sehingga perbandingan terhadap hasil penelitian belum dapat dilakukan. Penelitian lain yang bertujuan memprediksi LBM pada pasien hemodialisis diantaranya adalah Pupim (2005) dan Noori (2011) dengan variabel penelitian yang berbeda.<sup>21,22</sup>

Keterbatasan penelitian ini diantaranya adalah tidak memperhitungkan status metabolik / status inflamasi, kadar serum kreatinin, penyakit komorbid, asupan energi / protein, serta *body frame* subyek penelitian.

## SIMPULAN

APMT memiliki korelasi positif dengan SMM pada pasien hemodialisis baik pada pasien pria maupun wanita. APMT dapat digunakan untuk memperkirakan SMM pada pasien hemodialisis di Indonesia dan tidak dipengaruhi aktivitas fisik dan usia. Formula prediksi pada pasien pria adalah  $SMM = -5.708 + 1.5 \times DAPMT$ , dan pada pasien wanita adalah  $SMM = -2.86 + 1.32 \times DAPMT$ . Diperlukan penelitian selanjutnya dengan memperhitungkan status metabolik / status inflamasi, kadar serum kreatinin, penyakit komorbid, serta asupan energi dan protein pada subyek penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. Global and

- regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380(9859):2095–128.
2. Centers for Disease Control and Prevention. Chronic Kidney Disease Surveillance System—United States. [cited 2017 Mar 9]. Available from: <http://www.cdc.gov/ckd>
  3. Thomas B, Wulf S, Bikbov B, Perico N, Cortinovis M, De Vacarro KC, et al. Maintenance dialysis throughout the world in years 1990 and 2010. *J Am Soc Nephrol*. 2015;26(11):2621–33.
  4. McClellan WM, Plantinga LC, Wilk AS, Patzer RE. ESRD databases, public policy, and quality of care: Translational medicine and nephrology. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017;12(1):210–6.
  5. Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int*. 2003;63(1):291–7.
  6. Leal VO, Stockler-Pinto MB, Farage NE, Aranha LN, Fouque D, Anjos LA, et al. Handgrip strength and its dialysis determinants in hemodialysis patients. *Nutrition*. 2011;27(11–12):1125–9.
  7. Koefoed M, Kromann CB, Juliussen SR, Hvidtfeldt D, Ekelund B, Frandsen NE, et al. Nutritional status of maintenance dialysis patients: Low lean body mass index and obesity are common, protein-energy wasting is uncommon. *PLoS One*. 2016;11(2):1–11.
  8. Yilmaz O, Bahat G. Suggestions for assessment of muscle mass in primary care setting. *Aging Male*. 2017;0(0):1–2.
  9. Kusaka S, Takahashi T, Hiyama Y, Kusumoto Y, Tsuchiya J, Umeda M. Large calf circumference indicates non-sarcopenia despite body mass. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(11):1925–8.
  10. Lameu EB, Gerude MF, Campos AC, Luiz RR. The thickness of the adductor pollicis muscle reflects the muscle compartment and may be as a new anthropometric parameter for nutritional assessment. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2004;7(3):293–301.
  11. Bielemann RM, Horta BL, Orlandi SP, Barbosa-Silva TG, Gonzalez MC, Assunção MC, et al. Is adductor pollicis muscle thickness a good predictor of lean mass in adults? *Clin Nutr*. 2016;35(5):1073–7.
  12. Lameu EB, Gerude MF, Corrêa RC, Lima KA. Adductor pollicis muscle: a new anthropometric parameter. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 2004;59(2):57–62.
  13. Fischer M, Jevonn A, Hipskind P. Evaluation of muscle and fat loss as diagnostic criteria for malnutrition. *Nutr Clin Pract*. 2015;30(2):239–48.
  14. Gonzalez MC, Duarte RRP, Budziareck MB. Adductor pollicis muscle: Reference values of its thickness in a healthy population. *Clin Nutr*. 2010;29(2):268–71.



15. Pereira RA, Caetano AL, Cuppari L, Kamimura MA. Adductor pollicis muscle thickness as a predictor of handgrip strength in hemodialysis patients. *J Bras Nefrol.* 2013;35(3):177–84.
16. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Switzerland).* 2014;14(6):10895–928.
17. Bann D, Kuh D, Wills AK, Adams J, Brage S, Cooper R. Physical activity across adulthood in relation to fat and lean body mass in early old age: Findings from the medical research council national survey of health and development, 1946-2010. *Am J Epidemiol.* 2014;179(10):1197–207.
18. Zanovec M, Lakkakula AP, Johnson LG, Turri G. Physical Activity is Associated with Percent Body Fat and Body Composition but not Body Mass Index in White and Black College Students. *Int J Exerc Sci.* 2009;2(3):175–85.
19. Kyle UG, Genton L, Hans D, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *Eur J Clin Nutr.* 2001;55(8):663–72.
20. Pettyjohn M, Jarzabkowski V, Stanforth PR. TACSM Abstract Lean Body Mass Index for women ages 18-75 years of age The University of Texas at Austin ; Austin , TX Category : Undergraduate. *Int J Exerc Sci.* :95.
21. Pupim LB, Heimbürger O, Qureshi AR, Ikizler TA, Stenvinkel P. Accelerated lean body mass loss in incident chronic dialysis patients with diabetes mellitus. *Kidney Int.* 2005;68(5):2368–74.
22. Noori N, Kovesdy CP, Bross R, Lee M, Oreopoulos A, Benner D, et al. Novel Equations to Estimate Lean Body Mass in Maintenance Hemodialysis Patients. *Am J Kidney Dis.* 2011 Jan;57(1):130–9.