

Lingkar lengan atas dan panjang ulna sebagai parameter antropometri untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan orang dewasa

Indri Mulyasari, Purbowati*

ABSTRACT

Background: Weight (Wt) and height (Ht) can be estimated by using mid-upper arm circumference (MUAC) and ulna length (UL). The formula for estimating Wt and Ht that has been formulated is mostly using subjects not Asian especially Indonesian.

Objectives : derived linear regression equations to estimate Wt and Ht from MUAC and UL for Indonesian adults

Methods : The study design was cross sectional study. Population of this study was student of Health Science and Nursing Faculty Ngudi Waluyo University. The sample consisted of 303 students 19-29 years old. Research instruments were digital weight scale, microtoise, and metline. Correlation was tested using Pearson analysis. Linear regression equations was derived from linear regression analysis.

Results: Wt estimation was significantly correlated with Wt ($r=0.917$, $p<0.0001$). Ht estimation was significantly correlated with Ht ($r=0.812$, $p<0.0001$). Estimation Wt = 2.863 MUAC (cm) - 4.019 sex - 14.533 ($R^2=0.84$, $SEE=4.90$). Estimation Ht = 2.525 UL (cm) - 5.828 sex + 99.384 ($R^2=0.66$, $SEE=3.92$). Male=0, female = 1.

Conclusion: The regression equations can be used as alternative to estimate Wt and Ht from MUAC and UL for Indonesian adults.

Keywords: weight, height, MUAC, ulna length

ABSTRAK

Latar Belakang: Berat badan (BB) dan tinggi badan (TB) dapat diperkirakan menggunakan parameter lingkar lengan atas (LILA) dan panjang ulna (PU). Formula estimasi BB dan TB yang telah dirumuskan sebagian besar menggunakan subjek bukan orang Asia khususnya Indonesia.

Tujuan: merumuskan persamaan regresi linier estimasi BB dan TB dari LILA dan PU untuk orang dewasa Indonesia

Metode: Desain penelitian cross sectional. Populasi adalah mahasiswa Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keperawatan Universitas Ngudi Waluyo. Jumlah subjek 303 mahasiswa usia 19-29 tahun. Instrumen penelitian adalah timbangan berat badan digital, microtoise, dan metline. Uji korelasi menggunakan uji korelasi Pearson. Uji regresi linier digunakan untuk membentuk model persamaan regresi.

Hasil: Estimasi BB berhubungan bermakna dengan BB ($r=0,917$; $p<0,0001$). Estimasi TB berhubungan bermakna dengan TB ($r=0,812$; $p<0,0001$). Estimasi BB = $2,863$ LILA (cm) - $4,019$ jenis kelamin - $14,533$ ($R^2=0,84$; $SEE=4,90$). Estimasi TB = $2,525$ panjang ulna (cm) - $5,828$ jenis kelamin + $99,384$ ($R^2=0,66$; $SEE=3,92$). Laki-laki =0, perempuan=1.

Simpulan: Persamaan regresi dalam penelitian ini dapat dijadikan alternatif untuk estimasi BB dan TB dari parameter LILA dan PU untuk orang dewasa Indonesia.

Kata Kunci: berat badan, tinggi badan, lingkar lengan atas, panjang ulna

PENDAHULUAN

Proses asuhan gizi pasien di rumah sakit pada tahap skrining gizi merupakan tahapan yang paling penting dalam mengidentifikasi atau memprediksi risiko dari berkembangnya suatu penyakit, diantaranya komplikasi termasuk kematian dan biaya. Skrining gizi bertujuan untuk memprediksi probabilitas membaik atau memburuknya *outcome* yang berkaitan dengan faktor gizi dan mengetahui pengaruh dari intervensi gizi.¹

Tahap penilaian status gizi harus segera dilakukan apabila pada fase skrining gizi subjek diindikasikan berisiko masalah gizi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keparahan masalah gizi. Dua

parameter pengukuran antropometri yang sangat penting pada penilaian status gizi adalah berat badan dan tinggi badan.²

Penambahan berat badan dapat menunjukkan terjadinya peningkatan risiko obesitas namun dapat juga menunjukkan adanya penumpukan cairan dalam tubuh pada pasien-pasien yang mendapatkan cairan intravena. Sebaliknya pada pasien yang mengalami penurunan berat badan dapat mengindikasikan terjadinya keparahan atau memburuknya status gizi pasien. Penurunan berat badan yang tidak diinginkan pada pasien dapat meningkatkan risiko kematian. Penurunan berat badan lebih dari 10% dapat meningkatkan risiko kematian 4 kali lipat pada pasien gagal jantung kronis.³

Apabila berat badan dan tinggi badan dikombinasikan, dapat digunakan untuk mengidentifikasi masalah gizi pasien. Rasio antara berat badan dan kuadrat tinggi badan akan menghasilkan nilai Indeks Massa Tubuh (IMT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa IMT berhubungan dengan komplikasi dari suatu penyakit. Risiko relatif dampak negatif gagal jantung kronis lebih tinggi pada pasien dengan IMT yang rendah (RR=1,27).^{2,4}

Pada pasien yang tidak dapat berdiri, akan sulit mendapatkan data berat badan dan tinggi badan. Beberapa alternatif parameter antropometri yang sering digunakan untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan antara lain lingkar lengan atas, *frame size*, tinggi lutut, rentang lengan, dan panjang ulna. Pada pasien yang berbaring akan lebih mudah untuk mempertahankan posisi pengukuran dan alat lebih sederhana apabila diukur lingkar lengan atas dan panjang ulna dibandingkan parameter yang lain.²

Lingkar lengan atas telah banyak dihubungkan dengan berat badan. Kekuatan korelasi yang sangat kuat ditunjukkan antara lingkar lengan atas dengan berat badan ($r=0,96$). Lingkar lengan atas baik untuk memprediksikan berat badan pada remaja dan dewasa dibandingkan pada anak-anak.⁵ Penelitian pada anak balita di Ethiopia, Malawi, dan Bangladesh menunjukkan bahwa penambahan lingkar lengan atas berhubungan dengan penambahan berat badan dengan korelasi yang sangat kuat ($r=0,954$). Pada anak balita, lingkar lengan atas di bawah 115 mm merupakan indikator terjadinya *severe wasting*.^{6,7}

Selain lingkar lengan atas, panjang ulna juga merupakan parameter antropometri alternatif yang telah banyak dikembangkan untuk dapat digunakan memperkirakan tinggi badan. Penelitian pada berbagai etnis (Asia, kulit hitam, dan kulit putih) usia 21-65 tahun di *London Metropolitan University* menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara panjang ulna dan tinggi badan menggunakan *Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) equation*.⁸ Penelitian pada orang dewasa di Iran usia 20-50 tahun menunjukkan hasil yang sama bahwa panjang ulna berhubungan dengan tinggi badan baik pada laki-laki maupun pada perempuan. Rumus perkiraan tinggi badan didapatkan bahwa perkiraan tinggi badan (cm) = 81,89 + 3,13 panjang ulna lengan kiri (cm) ± 4,37.⁹

Pentingnya penilaian status gizi dalam pengambilan keputusan klinis menyebabkan menjadi penting pula untuk mengukur berat badan dan tinggi badan dengan tepat. Pasien dengan kondisi yang tidak memungkinkan untuk berdiri tegak, memerlukan alternatif pengukuran untuk dapat menilai status gizi. Lingkar lengan atas dan panjang ulna dapat menjadi alternatif pengukuran untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan. Pengukuran lingkar lengan atas dan

panjang ulna memerlukan prosedur dan alat yang sederhana.

Selama ini hampir semua formula-formula perkiraan berat badan dan tinggi badan dirumuskan bukan dengan sampel orang Asia khususnya orang Indonesia. Pada penelitian menggunakan data NHANES tahun 2011-2012 dirumuskan persamaan sederhana untuk memperkirakan berat badan dari parameter lingkar lengan atas yang dapat digunakan pada usia dewasa. Persamaan tersebut adalah $BB \text{ (kg)} = (4 \times LILA \text{ (cm)}) - 50$.⁵ Pada laporan *The 'MUST Report Nutritional Screening of Adults: a Multidisciplinary Responsibility* telah mencantumkan formula perkiraan tinggi badan menggunakan panjang ulna untuk orang dewasa usia < 65 tahun (laki-laki $TB \text{ (cm)} = 79,2 + 3,60 \text{ PU(cm)}$; perempuan $TB \text{ (cm)} = 95,6 + 2,77 \text{ PU(cm)}$).¹⁰

Formula-formula tersebut mungkin tidak cocok dengan bangun tubuh orang Indonesia yang dapat menyebabkan kesalahan perkiraan berat badan dan tinggi badan. Kesalahan dalam memperkirakan berat badan dan tinggi badan dapat berdampak pada kesalahan penilaian status gizi yang merupakan dasar dalam melakukan intervensi gizi.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian terhadap lingkar lengan atas dan panjang ulna dalam memperkirakan berat badan dan tinggi badan menggunakan subjek orang Indonesia. Penelitian ini akan dilakukan pada mahasiswa Universitas Ngudi Waluyo yang berasal dari seluruh Indonesia. Keterwakilan mahasiswa dari setiap pulau sebagai sampel diharapkan dapat memberikan gambaran hubungan antara lingkar lengan atas dan panjang ulna dengan berat badan dan tinggi badan untuk orang Indonesia. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat merumuskan formula perkiraan berat badan dan tinggi badan menggunakan lingkar lengan atas dan panjang ulna. Formula yang dirumuskan diharapkan dapat menjadi alternatif pengukuran berat badan dan tinggi badan orang Indonesia yang tidak dapat berdiri tegak dengan prosedur yang sederhana, cepat, dan akurat.

BAHAN DAN METODE

Desain penelitian adalah *cross sectional study* yang merupakan penelitian analitik non eksperimental. Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2018 di Universitas Ngudi Waluyo. Pemilihan lokasi berdasarkan karakteristik tempat penelitian yang memiliki mahasiswa yang berasal dari seluruh provinsi di Indonesia. Subjek penelitian diambil menggunakan teknik *disproportionate random sampling*. Perbedaan ras dapat berpengaruh terhadap karakteristik antropometri seseorang. Studi pada orang dewasa (30-70 tahun) di Australia menggunakan subjek yang berasal dari 4 etnis menunjukkan bahwa secara umum berat badan dan tinggi badan berbeda secara bermakna pada semua

kelompok etnis.¹¹ Pemilihan subjek penelitian dengan membagi wilayah asal mahasiswa menjadi enam wilayah, yaitu Sumatra, Jawa, Kalimantan, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi-Maluku-Papua. Hal ini dilakukan dengan harapan kurang lebih dapat mewakili ras yang ada di Indonesia. Subjek yang terpilih menjadi sampel sebanyak 336 subjek. Jumlah sampel telah dihitung dengan perhitungan jumlah sampel minimal. Pada studi penetapan jumlah sampel minimal untuk penelitian yang menggunakan regresi linier merekomendasikan untuk jumlah sampel minimal 300 subjek pada penelitian non-eksperimental.¹² Pada penelitian ini masing-masing wilayah diwakili oleh 56 orang, namun wilayah Sulawesi-Maluku-Papua hanya diwakili oleh 23 mahasiswa karena mahasiswa dari wilayah tersebut banyak yang tidak bersedia hadir ke tempat pengambilan data. Subjek yang mengikuti penelitian dengan lengkap sebanyak 303 subjek.

Subjek yang terpilih menjadi sampel dihubungi dan diminta untuk datang ke tempat pengambilan data untuk dilakukan pengukuran. Kriteria sampel adalah mahasiswa aktif dari Fakultas Ilmu Kesehatan dan Fakultas Keperawatan Universitas Ngudi Waluyo, usia 19-29 tahun, tidak hamil, tidak berpuasa, dan bersedia hadir ke tempat pengambilan data. Pengambilan data dilakukan di laboratorium penilaian status gizi Universitas Ngudi Waluyo.

Data jumlah mahasiswa dan asal mahasiswa diperoleh dari Bagian Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan Universitas Ngudi Waluyo. Setiap subjek penelitian diukur berat badan, tinggi badan, lingkaran lengan atas, dan panjang ulna. Berat badan diukur menggunakan timbangan berat badan digital *Omron* (ketelitian 0,1 kg) dengan posisi berdiri tegak, berdiri di tengah timbangan. Tinggi badan diukur menggunakan *microtoise Gea Medical* (ketelitian 0,1 cm). Pengukuran tinggi badan dilakukan dengan posisi subjek berdiri tegak membelakangi dinding (subskapula, pantat, dan tumit menempel ke dinding) kemudian *microtoise* diturunkan menyentuh tempurung kepala untuk dibaca hasil pengukuran. Lingkaran lengan atas diukur menggunakan *metline* (ketelitian 0,1 cm). Pengukuran lingkaran lengan atas dilakukan dengan posisi berbaring terlentang yang diukur antara *acromion process* dan *olecranon process* lengan kiri. Panjang ulna diukur menggunakan *metline* (ketelitian 0,1 cm). Pengukuran panjang ulna diukur pada posisi berbaring terlentang yang diukur antara *olecranon* dan *styloid process* lengan kiri. Posisi lengan menyilang di dada menunjuk bahu, telapak tangan terbuka. Pengukuran dilakukan oleh peneliti yang merupakan dosen gizi dan mahasiswa gizi sebagai enumerator penelitian. Mahasiswa telah lulus mata kuliah penilaian status gizi dan mengikuti pelatihan pengukuran sebelum melakukan pengukuran pada subjek penelitian.

Data berat badan, tinggi badan, lingkaran lengan atas, dan panjang ulna disajikan menggunakan nilai minimal, maksimal, rata-rata \pm standar deviasi. Hubungan antara estimasi berat badan dengan berat badan aktual dan estimasi tinggi badan dengan tinggi badan aktual menggunakan uji korelasi *Pearson*. Uji regresi linier digunakan untuk membentuk model persamaan regresi untuk memperkirakan berat badan menggunakan lingkaran lengan atas dan memperkirakan tinggi badan dengan panjang ulna. Analisis *Bland and Altman* digunakan untuk membandingkan hasil dari dua metode pengukuran. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang No: 122/KEPK/EC/2018.

HASIL

Subjek pada penelitian ini berjumlah 303 orang. Asal subjek dibagi menjadi 6 wilayah, yaitu Sumatra, Jawa, Kalimantan, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi-Maluku-Papua. Karakteristik subjek dapat dilihat pada Tabel 1.

Estimasi berat badan (dari ukuran LILA) memiliki hubungan yang bermakna dengan berat badan ($p < 0,0001$) dengan kekuatan korelasi sangat kuat ($r = 0,917$). Estimasi tinggi badan (dari ukuran panjang ulna) juga memiliki hubungan yang bermakna dengan tinggi badan ($p < 0,0001$) dengan kekuatan korelasi kuat ($r = 0,812$). Hubungan estimasi berat badan (dari ukuran LILA) dan berat badan serta hubungan estimasi tinggi badan (dari ukuran panjang ulna) dan tinggi badan dapat dilihat dari Gambar 1 dan 2.

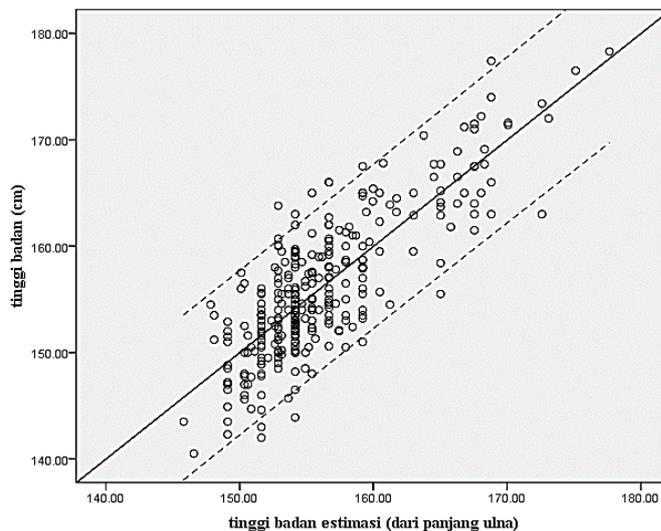
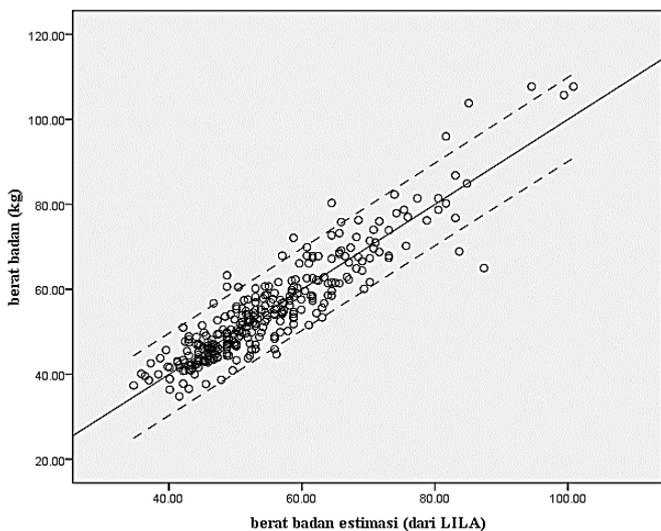
Pada penelitian ini lingkaran lengan atas dan panjang ulna diukur pada lengan kiri serta dalam posisi berbaring. Model persamaan regresi diperoleh dari uji regresi linier. Model persamaan regresi untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan menggunakan parameter lingkaran lengan atas dan panjang ulna dapat dilihat di Tabel 2.

Berdasarkan koefisien determinasi, lingkaran lengan atas lebih baik dalam menjelaskan berat badan dibandingkan panjang ulna menjelaskan tinggi badan. Lingkaran lengan atas dapat menjelaskan berat badan sebanyak 84% sedangkan panjang ulna dapat menjelaskan tinggi badan sebanyak 66% setelah dikombinasikan dengan variabel jenis kelamin.

Persamaan untuk memperkirakan berat badan dari lingkaran lengan atas berdasar hasil penelitian ini adalah $BB = 2,863 \text{ LILA (cm)} - 4,019$ jenis kelamin $- 14,533$ ($R^2 = 0,84$, $SEE = 4,90$). Persamaan untuk memperkirakan tinggi badan dari panjang ulna berdasar hasil penelitian ini adalah $TB = 2,525 \text{ panjang ulna (cm)} - 5,828$ jenis kelamin $+ 99,384$ ($R^2 = 0,66$, $SEE = 3,92$).

Tabel 1. Karakteristik Subjek (n=303)

	Minimal	Maksimal	Rerata+SD
Umur	19	28	21,1±1,48
Berat badan (kg)	34,8	107,7	54,8±12,23
Tinggi Badan (cm)	140,5	178,3	156,2±6,69
Lingkar Lengan Atas (cm)	18,6	41,2	25,4±3,82
Panjang Ulna (cm)	20,7	31,0	22,4±1,55



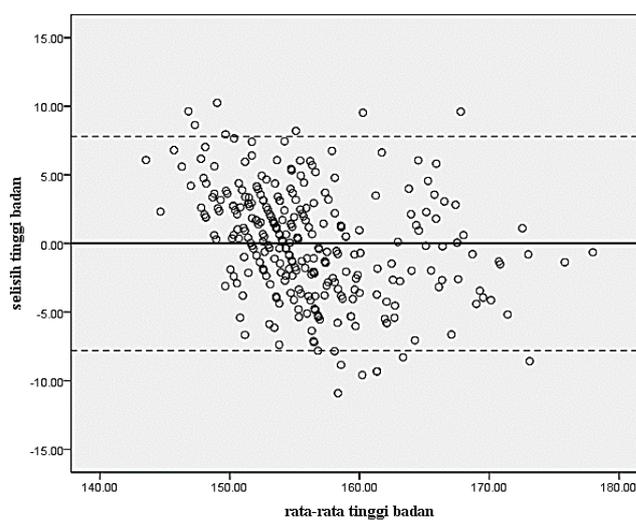
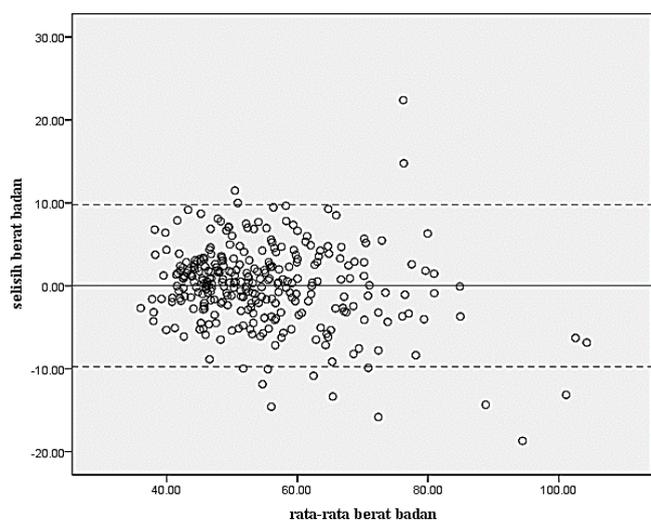
Gambar 1. Hubungan antara Estimasi Berat Badan (dari Ukuran LILA) dan Berat Badan ($r=0,917$, $p<0,0001$); Garis Putus-Putus Mengindikasikan 95% Prediction Interval

Gambar 2. Hubungan antara Estimasi Tinggi Badan (dari Ukuran Panjang Ulna) dan Tinggi Badan ($r=0,812$, $p<0,0001$); Garis Putus-Putus Mengindikasikan 95% Prediction Interval

Tabel 2. Persamaan untuk Memperkirakan Berat Badan dan Tinggi Badan

	Persamaan	R ²	SEE
Berat badan	BB = 2,863 LILA (cm) – 4,019 jenis kelamin -14,533	0,84	4,90
Tinggi badan	TB = 2,525 panjang ulna (cm) – 5,828 jenis kelamin + 99,384	0,66	3,92

BB = berat badan, LILA = lingkar lengan atas, jenis kelamin laki-laki=0, perempuan =1, TB = tinggi badan



Gambar 3. Plot Bland and Altman untuk Selisih Berat Badan (Estimasi Berat Badan-Berat Badan Aktual) dengan Rata-Rata Estimasi Berat Badan dan Berat Badan Aktual

Gambar 4. Plot Bland and Altman untuk Selisih Tinggi Badan (Estimasi Tinggi Badan-Tinggi Badan Aktual) dengan Rata-Rata Estimasi Tinggi Badan dan Tinggi Badan Aktual

Plot *Bland and Altman* pada penelitian ini (Gambar 3 dan 4) menunjukkan bahwa terdapat bias yang kecil pada pengukuran berat badan (estimasi berat badan-berat badan aktual) dan pengukuran tinggi badan (estimasi tinggi badan-tinggi badan aktual). Rerata dan standar deviasi untuk rata-rata selisih pengukuran estimasi berat badan dan berat badan aktual adalah $0,025 \pm 4,88$. Rerata dan standar deviasi untuk rata-rata selisih pengukuran estimasi berat badan dan berat badan aktual adalah $0,027 \pm 3,90$.

PEMBAHASAN

Estimasi berat badan (dari ukuran LILA) atas berhubungan secara bermakna ($p < 0,0001$) dengan berat badan. Pada penelitian lain menggunakan data sekunder dari *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)* 2011-2012 menunjukkan bahwa pada individu usia ≥ 16 tahun, korelasi antara lingkaran lengan atas dengan berat badan memiliki koefisien korelasi sebesar 0,90.⁵ Pada lansia usia di atas 60 tahun juga ditemukan hasil serupa dengan kekuatan korelasi kuat ($r = 0,708$, $p < 0,001$).¹³ Pada pria dewasa usia di atas 18 tahun, lingkaran lengan atas di bawah 240 mm ditemukan sebagai *cut-off* gizi kurang. Berat badan yang kurang termasuk dalam kondisi gizi kurang.¹⁴

Persamaan untuk memperkirakan berat badan dari lingkaran lengan atas bervariasi berdasar berbagai hasil penelitian. Pada subjek > 60 tahun di Kerala India ditemukan persamaan $BB = 2,037 \text{ LILA (cm)} + 0,069$.¹³ Pada pasien geriatri di China usia > 60 tahun ditemukan formula perkiraan berat badan untuk laki-laki $BB = [0,928 \text{ tinggi lutut} + 2,508 \text{ LILA} - 0,144 \text{ Umur}] - 42,543 \pm 9,9 \text{ kg}$ dan untuk perempuan $BB = [0,826 \text{ tinggi lutut} + 2,116 \text{ LILA} - 0,133 \text{ Umur}] - 31,486 \pm 10,1 \text{ kg}$.¹⁵

Lingkaran lengan atas dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran ketika berat badan, tinggi badan, atau umur tidak dapat diukur. Penurunan berat badan $\geq 10\%$ merupakan indikator yang paling baik untuk prediksi terjadinya kematian pada pasien. Apabila tidak bisa diukur penurunan berat badannya, lingkaran lengan atas merupakan faktor yang signifikan untuk memprediksi terjadinya kematian pada pasien daripada IMT. Penelitian pada individu di bulan Ramadhan dimana terlihat penurunan berat badan pada berbagai status gizi (normal, *overweight*, dan obesitas), terlihat juga penurunan lingkaran lengan atas.^{16,17}

Panjang ulna berhubungan bermakna ($p < 0,0001$) dengan tinggi badan. Penelitian pada mahasiswa usia 20-23 tahun ditemukan bahwa panjang ulna kiri juga berhubungan bermakna ($p = 0,001$) dengan tinggi badan dengan kekuatan korelasi yang kuat ($r = 0,790$). Pada lengan kanan, panjang ulna juga berhubungan bermakna ($r = 0,689$; $p = 0,001$) dengan tinggi badan. Panjang ulna lengan kanan dan kiri ditemukan tidak berbeda pada laki-

laki dan perempuan (laki-laki $p = 0,857$; perempuan $p = 0,996$).^{18,19}

Panjang ulna telah digunakan sebagai alternatif pengukuran tinggi badan di beberapa negara. Pada subjek yang tidak dapat berdiri, pengukuran tinggi badan menggunakan panjang ulna memiliki sensitivitas lebih tinggi untuk memperkirakan IMT dibanding menggunakan tinggi lutut. Rumus perkiraan ulna berdasar *MUST equation* untuk orang dewasa usia di bawah 65 tahun, yaitu : untuk laki-laki Estimasi tinggi badan (cm) = $79,2 + (3,60 \times \text{panjang ulna (cm)})$; untuk perempuan Estimasi berat badan (cm) = $95,6 + (2,77 \times \text{panjang ulna (cm)})$.^{10,20}

Penelitian lain pada pria di India Selatan menemukan persamaan $TB = 85,76 + 2,81 \text{ panjang ulna kiri}$. Pada pasien di Inggris dan Portugal ditemukan persamaan untuk memperkirakan tinggi badan berdasarkan panjang ulna. Tinggi badan dan panjang ulna semua diukur pada kondisi berbaring. Pada laki-laki usia < 65 tahun ditemukan persamaan $TB = 84,5 + 3,2 \text{ panjang ulna (cm)}$ ($r = 0,748$, SEE 4,8 cm). Pada perempuan usia < 65 tahun ditemukan persamaan $TB = 92,0 + 2,9 \text{ panjang ulna (cm)}$ ($r = 0,703$; SEE 4,6 cm).^{18,21}

Setiap persamaan yang diformulasikan diberbagai penelitian untuk memperkirakan berat badan menggunakan lingkaran lengan atas dan tinggi badan menggunakan panjang ulna mungkin tidak cocok untuk semua etnis yang ada. Variasi etnis juga akan menyebabkan variasi ukuran tubuh. Penelitian pada anak-anak di Inggris usia 9-10 tahun ditemukan bahwa anak keturunan Asia Selatan lebih pendek dan memiliki indeks massa tubuh lebih rendah dibanding anak-anak keturunan kulit putih Eropa.²² Penelitian pada orang dewasa juga ditemukan bahwa korelasi antara indeks massa tubuh dan komposisi tubuh berbeda berdasarkan ras dan etnis.²³ Formula-formula estimasi berat badan dan tinggi badan pada penelitian sebelumnya sebagian besar menggunakan sampel bukan orang Indonesia. Apabila formula tersebut diterapkan untuk orang Indonesia, kemungkinan akan terjadi bias akibat perbedaan ras dan etnis. Pada penelitian ini menggunakan subjek orang Indonesia. Hasil penelitian ini dapat dijadikan informasi awal bahwa lingkaran lengan atas dan panjang ulna dapat digunakan sebagai parameter untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan pada orang dewasa khususnya bagi orang Indonesia. Persamaan yang diperoleh pada penelitian ini dapat dijadikan alternatif untuk mendapatkan nilai berat badan dan tinggi badan pada orang dewasa Indonesia yang tidak dapat diukur pada posisi berdiri.

Pada kondisi subjek yang tidak dapat diukur berat badan dan tinggi badan dengan posisi berdiri atau apabila tidak tersedia alat untuk mengukur berat badan dan tinggi badan pada posisi berbaring, maka metode untuk estimasi berat badan dan tinggi badan diperlukan. Hal ini

terutama diperlukan pada rumah sakit dimana kondisi pasien tidak dapat berdiri untuk diukur dan dinilai status gizinya menggunakan berat badan dan tinggi badan. Standardisasi persamaan untuk estimasi berat badan dan tinggi badan diperlukan terutama untuk negara dimana akses terhadap peralatan yang dapat mengukur berat badan dan tinggi badan dalam posisi berbaring sulit diadakan. Persamaan yang dihasilkan pada penelitian ini juga masih perlu diuji pada berbagai kelompok dan kondisi.

Subjek yang digunakan dalam penelitian tidak dapat mewakili seluruh etnis yang ada di Indonesia. Pada penelitian ini tidak memunculkan persamaan secara spesifik untuk jenis kelamin dan belum mewakili seluruh kelompok umur orang dewasa. Subjek yang digunakan merupakan kelompok orang sehat. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk menemukan persamaan yang dapat digunakan secara general untuk orang dewasa Indonesia.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, lingkar lengan atas berhubungan bermakna dengan berat badan. Panjang ulna juga berhubungan bermakna dengan tinggi badan. Persamaan yang dirumuskan dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif estimasi berat badan dan tinggi badan orang dewasa di Indonesia. Persamaan masih perlu diuji lebih lanjut untuk presisi dan akurasi untuk dapat digunakan sebagai standar. Penelitian selanjutnya sebaiknya dapat menggunakan subjek yang mewakili seluruh etnis di Indonesia, persamaan disusun spesifik untuk masing-masing jenis kelamin dan umur, dan dapat dilakukan pada subjek pasien yang dirawat di rumah sakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Ngudi Waluyo dan seluruh subjek yang berpartisipasi pada penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan atas dana hibah DRPM Kemenristek Dikti tahun anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

1. Susetyowati. Penerapan Skrining Gizi di Rumah Sakit. Gajahmada University Press: Yogyakarta, 2014.
2. Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment. McGraw-Hill, 2013.
3. Pocock SJ, McMurray JJ, Dobson J, Yusuf S, Granger CB, Michelson EL et al. Weight loss and mortality risk in patients with chronic heart failure in the candesartan in heart failure: Assessment of reduction in mortality and morbidity (CHARM) programme. *Eur Heart J* 2008; 29: 2641–2650.
4. Sharma A, Lavie CJ, Borer JS, Vallakati A, Goel S, Lopez-Jimenez F et al. Meta-analysis of the relation of body mass index to all-cause and cardiovascular mortality and hospitalization in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2015; 115: 1428–1434.
5. Cattermole GN, Graham CA, Rainer TH. Mid-arm circumference can be used to estimate weight of adult and adolescent patients. *Emerg Med J.* 2017; 34(4):231-6.
6. Fernandez MAL, Delchevalerie P, van Herp M. Accuracy of MUAC in the Detection of Severe Wasting With the New WHO Growth Standards. *Pediatrics* 2010; 126: e195–e201.
7. Binns P, Dale N, Hoq M, Banda C, Myatt M. Relationship between mid upper arm circumference and weight changes in children aged 6-59 months. *Arch Public Heal* 2015; 73: 1–10.
8. Madden AM, Tsikoura T, Stott DJ. The estimation of body height from ulna length in healthy adults from different ethnic groups. *J Hum Nutr Diet* 2012; 25: 121–128.
9. Borhani-Haghighi M, Navid S, Hassanzadeh G. Height prediction from ulnar length in Chabahar: A city in South-East of Iran. *Rom J Leg Med* 2016; 24: 304–307.
10. Elia M. The MUST Report. Nutritional Screening of Adults: A Multidisciplinary Responsibility. Development and Use of the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) for Adults. Malnutrition Advisory Group (MAG), a Standing Committee of the British Association of Parenteral and Enteral Nutrition: Redditch, 2003.
11. Heitmann BL, Swinburn BA, Carmichael H, Rowley K, Plank L, Mcdermott R et al. Are there ethnic differences in the association between body weight and resistance, measured by bioelectrical impedance? <https://www.nature.com/articles/0800477.pdf?origin=ppub> (accessed 16 Nov2018).
12. Bujang M, Sa'at N, Ikhwan M, Sidik A. Determination of Minimum Sample Size Requirement for Multiple Linear Regression and Analysis of Covariance Based on Experimental and Non-experimental Studies. *Epidemiol Biostat Public Heal* 2017; 14. doi:10.2427/12117.
13. Philip J, Zacharia I, Paul S, Bhatt A. Estimating height and weight in old-age from other anthropometric measurements - a community based cross-sectional study from central Kerala. *Int J Med Sci Public Heal* 2017; 6: 1.
14. Chakraborty R, Bose K, Koziel S. Use of mid-upper arm circumference in determining undernutrition and illness in rural adult Oraon men of Gumla District, Jharkhand, India. *Rural Remote Health*

- 2011; 11: 1–12.
15. Jung MY, Chan MS, Chow VS, Chan YT, Leung PF, Leung EM et al. Estimating geriatric patient's body weight using the knee height caliper and mid-arm circumference in Hong Kong Chinese. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2004;13(3): 261–4.
 16. Powell TJ, Hennessy EM. A comparison of mid upper arm circumference, body mass index and weight loss as indices of undernutrition in acutely hospitalized patients. *Clin Nutr* 2003; 22: 307–312.
 17. Rohin MAK, Rozano N, Hadi NA, Nor MNM, Abdullah S, Venkateshaiah MD. Anthropometry and body composition status during ramadan among higher institution learning centre staffs with different body weight status. *Sci World J* 2013; 2013. doi:10.1155/2013/308041.
 18. Anitha MR, Chaitra BR, Rajitha V, Bharathi D. Estimation of Stature Using Ulnar Length in Living Adult Individuals in South Indian Population. *Int J Anat Res* 2016; 4(1): 2139–41.
 19. Agnihotri AK, Kachhwaha S, Jowaheer V, Singh AP. Estimating stature from percutaneous length of tibia and ulna in Indo-Mauritian population. *Forensic Sci Int* 2009; 187: 4–6.
 20. Lorini C, Ph D, Collini F, Castagnoli M, Di M, Bari MD et al. Using alternative or direct anthropometric measurements to assess risk for malnutrition in nursing homes. *Nutrition* 2014; 30: 1171–1176.
 21. Barbosa VM, Stratton RJ, Lafuente E, Elia M. Ulna length to predict height in English and Portuguese patient populations. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66: 209–215.
 22. Nightingale CM, Rudnicka AR, Owen CG, Cook DG, Whincup PH. Patterns of body size and adiposity among UK children of South Asian, black African-Caribbean and white European origin: Child Heart And health Study in England (CHASE Study). *Int J Epidemiol* 2011; 40: 33–44.
 23. Heymsfield SB, Peterson CM, Thomas DM, Heo M, Schuna JM, Jr. Why are there race/ethnic differences in adult body mass index-adiposity relationships? A quantitative critical review. *Obes Rev* 2016; 17: 262–75.