



## PANJANG ULNA SEBAGAI PREDIKTOR TINGGI BADAN PADA ANAK

Niken Asih Pangastuti, Nur Lathifah Mardiyati\*

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57162, Indonesia

\*nlm233@ums.ac.id

### ABSTRAK

Panjang ulna (PU) merupakan pengukuran tulang panjang yang dapat dijadikan sebagai salah satu tulang yang dapat memprediksikan tinggi badan. Pengukuran ini dapat mengestimasi kebutuhan gizi seseorang, bagi individu yang tidak memungkinkan dilakukan pengukuran tinggi badan. Terdapat beberapa persamaan yang saat ini kerap digunakan. Akan tetapi, persamaan tersebut dilakukan pada kelompok umur dewasa dan jarang ditemukannya penelitian yang menilai hasil prediksi dari persamaan tersebut ketika dilakukan pada kelompok anak. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui hasil prediksi dari persamaan tersebut. Desain penelitian ini adalah cross sectional. Populasi penelitian ini adalah anak yang berdomisili di Desa Margatani, dengan umur 7-12 tahun sejumlah 105 orang. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat microtoice GEA (ketelitian 0,1 cm) dan metline General Care (ketelitian 0,1 cm). Uji korelasi menggunakan uji Pearson Correlation. Uji perbedaan menggunakan One Way Anova. Hasil prediksi Tinggi Badan (TB) berdasarkan persamaan yang digunakan memiliki korelasi positif terhadap TB ( $p < 0.001$ ). Secara statistik, terdapat perbedaan hasil pengujian terhadap persamaan yang digunakan dengan selisih yang cukup tinggi ( $p < 0.001$ ). Pada penelitian ini dirumuskan persamaan regresi yang sesuai dengan karakteristik populasi. Persamaan estimasi tinggi badan pada laki-laki =  $37.541 + 3.138(\text{Umur}) + 3.273(\text{PU})$ ; perempuan =  $42.993 + 2.987(\text{Umur}) + 2.943(\text{PU})$ .

Kata kunci: prediktor tinggi badan; panjang ulna; tinggi badan

## ULNA LENGTH AS A PREDICTOR OF HEIGHT IN CHILDREN

### ABSTRACT

*Ulna length (PU) is a measurement of long bones that can be used as one of the bones that can predict body height. This measurement can estimate a person's nutritional needs, for individuals whose height is not possible. There are several equations that are currently frequently used. However, this equation was carried out in adult age groups and it is rare to find research that assesses the predictive results of this equation when carried out in groups of children. So it is necessary to carry out research to find out the predicted results of this equation. The design of this research is cross sectional. The population of this study was 105 children who live in Margatani Village, aged 7-12 years. Measurements were carried out using the GEA microtoice (accuracy 0.1 cm) and the General Care metline (accuracy 0.1 cm). Correlation test using the Pearson Correlation test. Test the differences using One Way Anova. The prediction results for Height (TB) based on the equation used have a positive correlation with TB ( $p < 0.001$ ). Statistically, there are differences in test results regarding the equations used with quite high differences ( $p < 0.001$ ). In this study, a regression equation was formulated that was appropriate to the characteristics of the population. Height estimation equation for men =  $37.541 + 3.138(\text{Age}) + 3.273(\text{PU})$ ; female =  $42.993 + 2.987(\text{Age}) + 2.943(\text{PU})$ .*

*Key words: height; predictor of height; ulna length*

### PENDAHULUAN

Antropometri merupakan metode pengukuran linier fisik yang digunakan untuk menilai status gizi individu. Metode ini menggunakan konsep dasar pertumbuhan manusia dimana semakin manusia bertumbuh, maka akan terjadi pembelahan sel yang menyebabkan perubahan ukuran

tubuh. Pengukuran antropometri melibatkan pengukuran eksternal pada morfologi manusia (World Health Organization, 2006). Pengukuran antropometri sangat penting dilakukan karena dapat memberikan penilaian mengenai status gizi pada terlebih pada anak-anak. Pengukuran antropometri dilakukan untuk mengetahui kecukupan gizi, mengevaluasi status gizi dan pola pertumbuhan, serta dapat membantu menilai kesehatan dan status diet dari individu (Center for Health Statistics, 2015).

Pengukuran antropometri pada anak sangat penting untuk dilakukan, untuk mengetahui pola pertumbuhan, karena jika status gizi serta pola pertumbuhan anak menyimpang dari kelompok anak yang normal dan tidak terdeteksi maka akan mempengaruhi status gizi, kesehatan, dan respon anak tersebut di masa pertumbuhan (Mascarenhas *et al.*, 1998). Akibatnya, anak dengan status gizi serta pola pertumbuhan yang menyimpang akan meningkatkan prevalensi terhadap risiko penyakit menular, penyakit kronis, dan berbagai penyakit infeksi (Bhutta *et al.*, 2017). Tinggi badan merupakan salah satu pengukuran yang kerap digunakan dalam pemantauan pertumbuhan anak-anak (World Health Organization, 2006).

Tinggi badan merupakan parameter antropometri yang mampu memberikan gambaran pertumbuhan pada tulang skeletal (Johanna & Junita, 2020). Akan tetapi, pada beberapa kasus kelainan seperti patah tulang, amputasi, paralisis, skoliosis, kyphosis dorsal, osteoporosis, osteomalacia, ketidakseimbangan hormon pascamenopause, nyeri, *cerebral palsy*, dan kasus lain yang tidak memungkinkan berdiri dengan baik, pengukuran tinggi badan tidak dapat dilakukan (Bjure *et al.*, 2009; Mardiyati *et al.*, 2023; Popovic, 2018; Sahay & Sahay, 2014). Hal ini dikarenakan posisi pengukuran yang tidak sempurna akan memberikan hasil pengukuran tinggi badan yang tidak valid (Center for Health Statistics, 2015).

Perkembangan penelitian mengenai anatomi tubuh manusia menyebutkan bahwa pengukuran pada anggota tubuh tertentu memiliki korelasi dan dapat dijadikan estimasi pengukuran tinggi badan (Park *et al.*, 2022; Sudiarti, 2020), salah satunya dengan pengukuran panjang ulna (Gauld *et al.*, 2004). Ulna merupakan salah satu tulang panjang yang berada pada medial lengan bagian bawah (Baig & Byerly, 2022; Cheung *et al.*, 2022). Panjang ulna merupakan alternatif pengukuran tinggi badan yang sering digunakan, khususnya pada anak-anak. Hal ini didasari dengan banyak penelitian yang mengemukakan bahwa panjang ulna dinilai lebih konsisten dalam memprediksikan tinggi badan, dibandingkan dengan tulang panjang pada ekstremitas bawah (Gul *et al.*, 2020).

Penggunaan panjang ulna sebagai prediktor tinggi badan mengharuskan adanya penggunaan rumus konversi untuk mendapatkan hasil estimasi yang akurat. Rumus konversi yang berkembang saat ini relatif beragam, hal ini dikarenakan persamaan konversi pada tiap etnis memiliki rumus persamaan yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian, anak-anak dengan keturunan Asia Selatan memiliki tinggi badan rata-rata lebih rendah dibandingkan anak-anak keturunan Eropa (Nightingale *et al.*, 2011). Bonell *et al.* (2017) mengemukakan bahwa keakuratan rumus panjang ulna akan menurun ketika digunakan pada etnis dengan ras dan genetik yang berbeda.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan, menemukan adanya persamaan rumus panjang ulna yang dianggap cocok untuk digunakan sebagai prediktor tinggi badan. Beberapa rumus tersebut diantaranya Pureepatpong (Pureepatpong *et al.*, 2012), Thummar (Thummar *et al.*, 2011), Ilayperuma (Ilayperuma *et al.*, 2010), Sutriani dan Isnawati (Sutriani & Isnawati, 2014), serta Mulyasari dan Purbowati (Mulyasari & Purbowati, 2018). Akan tetapi, kelima rumus tersebut dilakukan pada kelompok dewasa sehingga belum diketahui akurasi hasil estimasi jika

digunakan pada pengukuran dengan kelompok usia anak-anak. Pada penelitian dengan subjek anak-anak, beberapa rumus panjang ulna dilakukan pada etnis Australia (Gauld *et al.*, 2004), Afrika (Beydon *et al.*, 2022), Amerika (Menashe *et al.*, 2022), dan etnis lainnya yang memiliki karakteristik genetik berbeda dari etnis Indonesia. Sehingga rumus panjang ulna tersebut tidak dapat digunakan pada anak-anak etnis Indonesia. Hingga saat ini, belum ditemukan banyak penelitian yang menguji akurasi rumus panjang ulna yang dianggap memiliki kesesuaian untuk karakteristik etnis Indonesia pada kelompok usia anak-anak.

Bedasarkan hasil berbagai penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai akurasi Panjang Ulna Sebagai Prediktor Tinggi badan Pada Anak Usia 7-12. Penelitian ini akan dilakukan pada anak yang berdomisili di Desa Margatani berdasarkan data yang terdapat pada Puskesmas Kecamatan Kramatwatu. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui akurasi persamaan panjang ulna yang kerap digunakan dalam menentukan estimasi tinggi badan. Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan estimasi tinggi badan pada penelitian ini adalah rumus Pureepatpong *et al.* (2012), Ilayperuma *et al.* (2010), dan rumus Mulyasari & Purbowati, (2018)

## METODE

Jenis dari penelitian ini adalah kuantitatif dengan desain penelitian cross-sectional. Pemilihan sampel dilakukan dengan *purposive sampling* dan dilakukan bersamaan dengan pengukuran variabel bebas dan terikat. Penelitian dilakukan dengan mendatangi Taman Pembelajaran Al-qurán yang berada di Desa Margatani. Kemudian dilakukan pengecekan identitas domisili responden, untuk memastikan anak terdaftar sebagai warga yang berdomisili di Desa Margatani. Pada penelitian ini ditetapkan beberapa kriteria inklusi diantaranya adalah anak berusia 7-12 tahun dan dapat berdiri dengan tegak. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 105 anak yang telah bersedia menjadi responden di Desa Margatani, Provinsi Banten. Seluruh subjek penelitian berdomisili pada Desa Margatani, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Penelitian ini telah dinyatakan etis oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan nomor 4373/B.2/KEPK-FKUMS/VII/2022. Persetujuan mengenai Informed Consent diberikan satu hari sebelum dilakukan pengukuran, sehingga anak yang menjadi responden telah disetujui orangtua/wali untuk menjadi responden penelitian. Selanjutnya, pada hari pengukuran form kesediaan untuk menjadi responden diberikan sebelum anak dilakukan pengukuran. Kemudian, pada proses input dan analisis data, dilakukan penyisihan data anak untuk memastikan data yang di analisis telah sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi pada penelitian.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah panjang ulna yang diukur dengan menggunakan metline *General care* dengan ketelitian 0,1 cm. Panjang ulna pada penelitian ini diukur dengan posisi berdiri yang mengukur jarak antara olecranon dan *styloid process* lengan kiri. Posisi lengan menyilang di dada menunjuk bahu, telapak tangan terbuka dan pengukuran ini dilakukan oleh mahasiswa gizi. Sedangkan variabel terikat adalah tinggi badan aktual yang diukur dengan microtoice merk Gea dengan ketelitian 0,1 cm yang keduanya diukur sebanyak dua kali, serta terdapat variabel perancu yakni jenis kelamin responden. Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis data univariat serta dilakukan uji *Pearson Product Moment* dan uji *One Way ANOVA*. Selanjutnya dilakukan uji regresi linier untuk menentukan persamaan estimasi tinggi badan berdasarkan panjang ulna pada anak yang lebih sesuai untuk kelompok populasi pengukuran. Pada penelitian ini, digunakan data primer yang diukur langsung dari subjek penelitian. Penelitian dilakukan pada Taman Pembelajaran Al-qurán yang merupakan tempat anak-anak sebagai responden mendapatkan pembelajaran tambahan, selain di sekolah. Pengambilan data dilakukan pada bulan Februari tahun 2023 dan dilakukan selama satu minggu pada empat Taman Pembelajaran Al-qurán di Desa Margatani.

Adapun beberapa pengukuran yang dilakukan yaitu, berat badan, tinggi badan aktual, dan panjang ulna. Data pengukuran panjang ulna selanjutnya dihitung dan dikonversikan menjadi data estimasi tinggi badan dengan rumus Pureepatpong (1), Ilayperuma (2), serta Mulyasari dan Purbowati (3).

**Persamaan 1 (Pureepatpong)**

Laki-laki (cm):  $64,605 + 3,8089 \times PU$

Perempuan (cm):  $66,377 + 3,5796 \times PU$

**Persamaan 2 (Ilayperuma)**

Laki-laki (cm):  $97,252 + 2,645 \times PU$

Perempuan (cm):  $68,777 + 3,536 \times PU$

**Equation 3 (Mulyasari & Purbowati)**

ETB PU (cm):  $2.525 (UL) - 5.828 JK + 99.384$

Keterangan:

PU = Panjang Ulna

Sex = 0 (Laki-laki); 1 (Perempuan)

**HASIL**

Subjek pada penelitian ini berjumlah sebanyak 105 anak (48 laki-laki dan 57 perempuan). Karakteristik responden pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat bahwa tinggi badan dan panjang ulna responden laki-laki memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan responden perempuan. Selain itu, dapat diketahui bahwa prosentase responden pada umur 7-8 tahun memiliki jumlah paling banyak. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah pelajar dengan kelompok umur tersebut pada tempat penelitian.

Tabel 1.  
Karakteristik seluruh reponden berdasarkan usia dan jenis kelamin (n=105)

Usia (tahun)	f	%
7-8	48	46
9-10	24	23
11-12	33	31
Jenis Kelamin		
Perempuan	57	54
Laki-laki	48	46

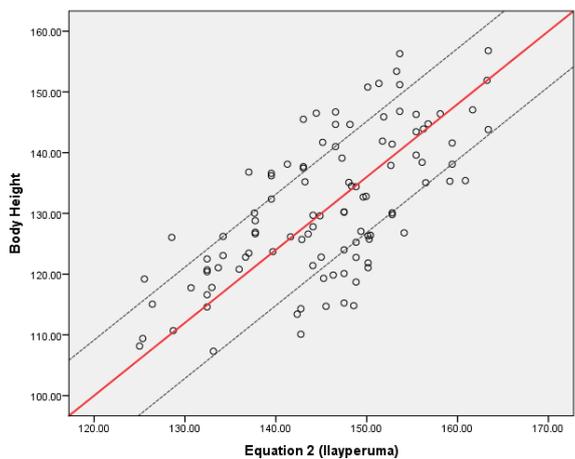
Tabel 2.  
Karakteristik seluruh reponden berdasarkan usia dan jenis kelamin (n=105)

	JK	Min	Max	Mean±SD
PU	L	17.05	25	20.62 ± 2.22
	P	15.9	24	20.12 ± 2.21
TB	L	110.1	156.8	130.99 ± 11.36
	P	107.3	156.3	130.71 ± 12.38
Persamaan 1	L	129.5	159.6	143.13 ± 8.44
	P	123.3	152.3	138.50 ± 7.91
Persamaan 2	L	142.3	163.4	151.78 ± 5.86
	P	125.1	153.6	140.30 ± 8.03
Persamaan 3	L	142.4	162.5	151.44 ± 5.59
	P	133.7	154.2	144.57 ± 5.67

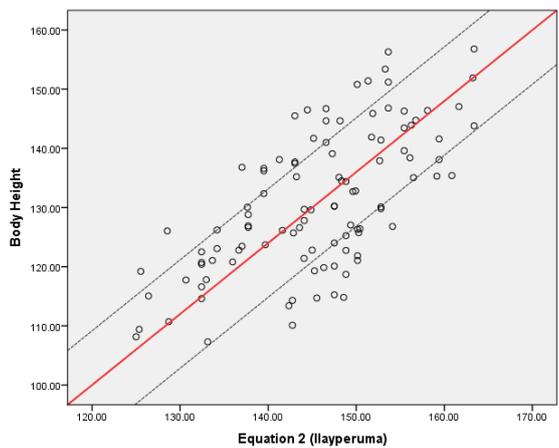
Keterangan:

JK= Jenis Kelamin; L = Laki-laki; P = Perempuan

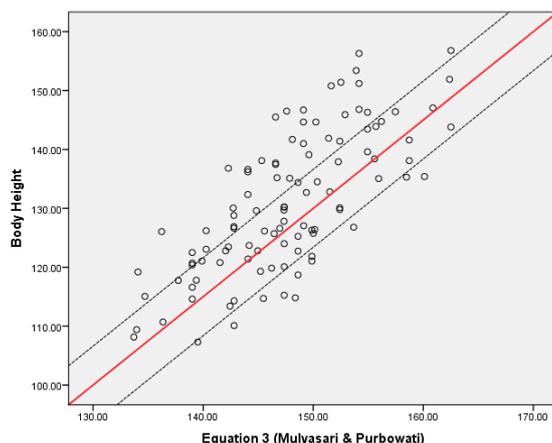
Estimasi tinggi badan berdasarkan ketiga rumus konversi panjang ulna memiliki hubungan yang bermakna secara statistik terhadap tinggi badan aktual ( $p < 0,001$ ) saat dilakukan pengujian dengan uji korelasi pearson pada keseluruhan data yang berdistribusi normal untuk mengetahui hubungan antara tinggi badan aktual dengan hasil estimasi ketiga rumus persamaan. Hubungan estimasi tinggi badan berdasarkan ketiga rumus dengan tinggi badan aktual dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3. Berdasarkan ketiga gambar tersebut, didapatkan hubungan yang paling baik dimiliki oleh estimasi tinggi badan berdasarkan rumus Pureepatpong et al. (2012) dengan hubungan sangat kuat ( $r = 0,834$ ). Selanjutnya pada rumus estimasi tinggi badan berdasarkan rumus Mulyasari & Purbowati (2018) didapatkan besar korelasi kuat ( $r = 0,735$ ) dan korelasi terendah dimiliki oleh estimasi tinggi badan berdasarkan rumus Ilayperuma et al. (2010) yang memiliki besar korelasi dengan kategori kuat ( $r = 0,663$ ).



Gambar 1. Hubungan TB aktual (cm) dengan estimasi TB berdasarkan persamaan Pureepatpong ( $p < 0,001$ ;  $r = 0,834$ )



Gambar 2. Hubungan TB aktual (cm) dengan estimasi TB berdasarkan persamaan Ilayperuma ( $p < 0,001$ ;  $r = 0,663$ )



Gambar 3. Hubungan TB aktual (cm) dengan estimasi TB berdasarkan persamaan Mulyasari & Purbowati ( $p < 0,001$ ;  $r = 0,735$ )

Bedasarkan hasil estimasi tinggi badan ketika dilakukan pengujian perbedaan terhadap hasil dari ketiga persamaan, didapatkan ketiga persamaan memiliki hasil yang berbeda secara statistik ( $p < 0,001$ ) terhadap tinggi badan aktual sebagaimana yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 3.

Selisih Rata-rata TB Aktual dengan TB estimasi			
Rumus Persamaan	JK	Selisih Rata-Rata (cm)	p
Persamaan 1	L	-12.14	0.001
	P	-7.79	0.001
Persamaan 2	L	-20.79	0.001
	P	-9.59	0.001
Persamaan 3	L	-20.45	0.001
	P	-13.85	0.001

Keterangan:

JK= Jenis Kelamin; L = Laki-laki; P = Perempuan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran estimasi tinggi badan berdasarkan panjang ulna menggunakan tiga rumus persamaan. Persamaan 1, yakni dilakukan menggunakan rumus Pureepatpong et al. (2012) dengan kelompok subjek penelitian dewasa sampai dengan lansia. Persamaan 2, yakni Ilayperuma et al. (2010) dilakukan pada subjek dengan kelompok usia dewasa. Persamaan 3, yakni Mulyasari & Purbowati (2018) dilakukan pada subjek kelompok usia dewasa. Hasil penelitian mengemukakan adanya perbedaan selisih yang cukup signifikan antara hasil estimasi tinggi badan berdasarkan ketiga rumus persamaan dengan tinggi badan aktual.

Pada penelitian ini, persamaan Pureepatpong et al. (2012) memiliki selisih yang paling kecil baik pada responden anak laki-laki (-12,14 cm) maupun anak perempuan (-7,79 cm). Selanjutnya pada persamaan Ilayperuma et al. (2010) didapatkan selisih paling terbesar pada responden anak laki-laki (-20,79 cm), namun pada responden perempuan didapatkan rerata selisih yang tidak sebesar pada responden anak laki-laki (-9,59 cm) dan selisih nilai rerata pada anak perempuan berdasarkan rumus tersebut memiliki nilai yang cukup baik dibandingkan hasil estimasi berdasarkan persamaan ketiga. Persamaan terakhir yakni Mulyasari & Purbowati (2018) didapatkan selisih yang cukup besar dari anak laki-laki (-20,45 cm) meskipun bukan yang paling tertinggi pada responden tersebut, sedangkan pada responden anak perempuan

didapatkan persamaan ini memiliki selisih yang paling tinggi dan cukup jauh dibandingkan persamaan lain pada responden anak perempuan (-13,85 cm).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian regresi untuk mendapatkan persamaan yang lebih baik dalam mengestimasi tinggi badan pada populasi penelitian. Adapun persamaan atau rumus baru dapat dilihat pada Tabel 4. Pada penelitian ini didapatkan koefisien determinasi persamaan yang baru pada laki-laki dalam memprediksikan tinggi badan aktual adalah 83% (SE = 4.27 cm), sedangkan pada perempuan didapatkan hasil yang lebih baik dengan koefisien determinasi sebesar 87% untuk memprediksikan tinggi badan aktual (SE = 4.36 cm).

Tabel 4.  
Persamaan panjang ulna yang sesuai berdasarkan populasi penelitian

	Persamaan	R <sup>2</sup>	SEE
L	E TB = 37.541 + 3.138(U) + 3.273 (PU)	0.859	4.36
P	E TB = 42.993 + 2.987 (U) + 2.943 (PU)	0.834	4.27

Keterangan:

ETB = Estimasi Tinggi Badan; L = Laki-laki; P = Perempuan; U = Usia (tahun); PU = Panjang Ulna (cm)

## PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pengukuran panjang ulna dengan posisi berdiri dan menggunakan tangan kiri. Pada penelitian ini pengukuran panjang ulna dilakukan dengan posisi berdiri dan diukur pada lengan kiri responden. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mengemukakan bahwa pengukuran estimasi tinggi badan berdasarkan panjang ulna dapat dilakukan dengan penggunaan lengan kiri maupun lengan kanan dengan korelasi yang sama baiknya (Ghanbari et al., 2016). Akan tetapi, pada penelitian lainnya yang dilakukan dengan pengujian perbandingan, didapatkan ulna pada lengan kiri memiliki hasil estimasi yang lebih baik sehingga pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lengan kiri responden (Mitra et al., 2021) Pada karakteristik penelitian yang tercantum pada Tabel 1 didapatkan selisih nilai tinggi badan, panjang ulna, dan hasil estimasi tinggi badan yang berbeda pada kelompok laki-laki dan perempuan. Berdasarkan Tabel 2 dapat terlihat bahwa tinggi badan dan panjang ulna responden laki-laki memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan responden perempuan. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh perbedaan hormonal pada laki-laki dan perempuan (Almeida et al., 2017; Maataoui et al., 2015).

Pada laki-laki terdapat hormon androgen dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan perempuan (Radhika & Susan, 2020). Hormon ini mampu menstimulasi aposisi pertumbuhan tulang kortikal yang lebih sensitif terhadap perubahan tinggi badan. Selain itu pada wanita memiliki hormon androgen yang lebih berfokus terhadap kepadatan tulang dan penambahan tulang kanselus yang lebih sensitif terhadap penambahan berat badan (Cech & Martin, 2012). Hormon tersebut yang menyebabkan perbedaan selisih dan pertumbuhan tinggi badan pada responden laki-laki dan perempuan. Berdasarkan hasil estimasi tinggi badan ketika dilakukan pengujian perbedaan terhadap hasil dari ketiga persamaan, didapatkan ketiga persamaan memiliki hasil yang berbeda secara statistik ( $p < 0,001$ ) terhadap tinggi badan aktual sebagaimana yang tercantum pada Tabel 3. Selanjutnya, saat dilakukan pengujian didapatkan koefisien determinasi paling baik dimiliki oleh persamaan Pureepatpong et al. (2012) yang bisa memprediksikan tinggi badan aktual sebesar 69%. Sedangkan pada persamaan Mulyasari & Purbowati (2018) didapatkan rumus tersebut dapat memprediksikan tinggi badan aktual sebesar 54% dan persamaan Ilayperuma et al. (2010) didapatkan koefisien determinasi paling rendah yang dapat memprediksikan tinggi badan aktual sebesar 43%. Selain itu, pada Gambar 1,2, dan

3 dapat terlihat bahwa persamaan Pureepatpong et al. (2012) memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan persamaan lainnya.

Hal tersebut didukung dengan besarnya selisih ketiga rumus, yang mana persamaan Pureepatpong et al. (2012) memiliki selisih yang paling kecil baik pada responden anak laki-laki (-12,14 cm) maupun anak perempuan (-7,79 cm) dengan tanda negatif merupakan tanda hasil estimasi tinggi badan berdasarkan rumus persamaan bersifat *overestimate*. Selanjutnya pada persamaan Ilayperuma et al. (2010) didapatkan selisih paling terbesar pada responden anak laki-laki (-20,79 cm), namun pada responden perempuan didapatkan rerata selisih yang tidak sebesar pada responden anak laki-laki (-9,59 cm) dan selisih nilai rerata pada anak perempuan berdasarkan rumus tersebut memiliki nilai yang cukup baik dibandingkan hasil estimasi berdasarkan persamaan ketiga. Persamaan terakhir yakni Mulyasari & Purbowati (2018) didapatkan selisih yang cukup besar dari anak laki-laki (-20,45 cm) meskipun bukan yang paling tertinggi pada responden tersebut, sedangkan pada responden anak perempuan didapatkan persamaan ini memiliki selisih yang paling tinggi dan cukup jauh dibandingkan persamaan lain pada responden anak perempuan (-13,85 cm).

Persamaan Mulyasari & Purbowati (2018) merupakan persamaan rumus estimasi tinggi badan yang dilakukan pada subjek dan etnis Indonesia, tidak seperti kedua rumus lainnya. Akan tetapi karakteristik umur yang dilakukan pada penelitian tersebut merupakan subjek dengan kelompok umur 19-29 tahun yang tergolong sebagai kelompok umur dewasa dalam (Kemenkes RI, 2015). Hal ini menjadi penyebab penggunaan rumus dapat dianggap tidak sesuai pada populasi penelitian ini karena digunakan pada kelompok umur yang berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan perbedaan hasil yang besar dibandingkan tinggi badan aktual, selain itu berdasarkan penelitiannya didapatkan koefisien determinasi estimasi tinggi badan berdasarkan rumus tersebut adalah 66%. Nilai koefisien determinasi tersebut cukup rendah apabila dibandingkan dengan persamaan Pureepatpong et al. (2012). Pada penelitiannya dicantumkan besar rumus persamaan dalam penelitiannya dapat memprediksikan tinggi badan aktual pada populasi etnis Thailand adalah 75%. Selain itu, pada penelitian Pureepatpong et al. (2012) dilakukan pada kelompok umur yang bersifat umum dan cukup luas, yakni 25-97 tahun yang dikelompokkan sebagai umur dewasa sampai dengan lansia (Kemenkes RI, 2015). Hal ini yang mungkin menjadi penyebab rumus persamaan Pureepatpong et al. (2012) memiliki selisih yang lebih rendah dibandingkan rumus persamaan lainnya dan memiliki hasil estimasi tinggi badan yang lebih baik.

Persamaan lain yang memiliki korelasi dan koefisien determinasi yang paling rendah dan dapat dianggap paling tidak sesuai adalah rumus persamaan Ilayperuma et al. (2010). Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian Sutriani & Isnawati (2014) yang menggunakan rumus Ilayperuma et al. (2010) pada etnis Indonesia dan didapatkan bahwa rumus persamaan tersebut memiliki kesesuaian serta keakuratan yang baik saat digunakan pada kelompok umur 19-29 tahun. Selain itu, pada penelitiannya juga dilakukan pengujian estimasi tinggi badan dengan rumus persamaan persamaan Pureepatpong et al. (2012) dan memiliki nilai yang sama baik. Meskipun kedua persamaan tersebut dilakukan pada populasi Srilanka dan Thailand, tetapi berdasarkan penelitian Sutriani & Isnawati (2014) kedua rumus tersebut memiliki hasil yang baik dan dianggap cocok dalam memprediksikan tinggi badan berdasarkan panjang ulna pada kelompok umur dewasa di etnis Indonesia. Hal ini berbanding terbalik dengan teori yang dikemukakan oleh Park et al., (2022) akan adanya perbedaan hasil karena adanya perbedaan karakteristik afinitas populasi. Sehingga secara umum, penyebab dari adanya perbedaan pada hasil pengukuran disebabkan karena perbedaan kelompok umur populasi yang menyebabkan

perbedaan hasil estimasi tinggi badan secara statistik pada ketiga rumus persamaan (Banyeh et al., 2022).

Usia dapat mempengaruhi perbedaan hasil estimasi tinggi badan secara statistik dikarenakan adanya faktor Peak High Velocity (PHV) yang sangat mempengaruhi perawakan pertumbuhan tinggi badan. Pada kelompok umur dewasa telah melewati dua masa PHV yakni pada fase awal umur 0-3 tahun dan kembali melewati masa PHV kedua pada saat pubertas umur 10-12 tahun untuk wanita dan 13-18 tahun pada pria dimana masa ini belum dilewati oleh seluruh populasi pada penelitian ini (Philippaerts et al., 2006; Tsutsui et al., 2022). Pada masa pubertas didapatkan penambahan rata-rata tinggi badan pada wanita 9 cm/tahun dan pada pria mencapai 13 cm/tahun dengan pertumbuhan tulang yang secara matang terjadi pada pusat osifikasi sekunder bagian lumbal dan tulang belakang (Baltzer et al., 2018; Rao et al., 2019). Penggunaan panjang ulna dalam mengestimasi tinggi badan aktual bagi anak-anak sangat penting untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan penggunaan panjang ulna relatif lebih mudah dan praktis untuk dilakukan terlebih pada anak yang tidak dapat dilakukan pengukuran tinggi badan (Rasouli et al., 2018). Sehingga, dibutuhkan persamaan yang sesuai sebagai prediktor untuk anak-anak pada setiap populasi yang berbeda (Gupta et al., 2020; Ilham et al., 2022)

Bedasarkan uraian tersebut, selain dilakukan uji perbedaan pada penelitian ini dilakukan uji regresi linier untuk mendapatkan persamaan yang lebih sesuai pada populasi penelitian. Persamaan ini diharapkan mampu menjadi prediktor tinggi badan aktual pada etnis Indonesia lainnya dengan kelompok umur anak-anak. Pada pengujian regresi ini dilakukan dengan mempertimbangkan umur (tahun) subjek dan dibuat dua persamaan berdasarkan jenis kelamin subjek. Adapun persamaan atau rumus baru dapat dilihat pada Tabel 3. Pada penelitian ini didapatkan koefisien determinasi persamaan yang baru pada laki-laki dalam memprediksikan tinggi badan adalah 83% (SE = 4.27 cm), sedangkan pada perempuan didapatkan hasil yang lebih baik dengan koefisien determinasi sebesar 87% (SE = 4.36 cm).

Penelitian lain yang dilakukan pada anak-anak di Eropa memiliki persamaan pada kelompok umur anak 2-18 tahun dengan persamaan pada anak laki-laki:  $4.629*PU + 1.340*U + 26.974$ ; anak perempuan:  $4.577*PU + 1.343*U + 28.345$  (Gauld et al., 2004). Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian, anak-anak dengan keturunan Asia Selatan memiliki tinggi badan rata-rata lebih rendah dibandingkan anak-anak keturunan Eropa (Nightingale et al., 2011). Bonell et al. (2017) mengemukakan bahwa keakuratan rumus panjang ulna akan menurun ketika digunakan pada etnis dengan ras dan genetik yang berbeda. Sehingga, pada persamaan yang dirumuskan pada penelitian ini sangat dimungkinkan akan mengalami perbedaan jika dilakukan pada karakteristik populasi yang berbeda. Adapun beberapa hal lainnya yang dapat mempengaruhi hasil persamaan panjang ulna dalam memprediksikan tinggi badan aktual adalah asupan dan status gizi (Gat-Yablonski & Phillip, 2015), usia (Guo et al., 2022), gangguan endokrin (Chen et al., 2019), dan kelainan pertumbuhan geometri tulang, khususnya tulang belakang (Bjure et al., 2009; Marzin & Cormier-Daire, 2020).

## SIMPULAN

Bedasarkan hasil terhadap penelitian yang dilakukan, didapatkan ketiga rumus persamaan panjang ulna yang digunakan memiliki hubungan yang bermakna terhadap tinggi badan. Akan tetapi, hasil estimasi tinggi badan berdasarkan ketiga rumus tersebut berbeda secara statistik. Sehingga, pada penelitian ini dirumuskan alternatif persamaan yang sekiranya dapat mewakili kelompok umur anak-anak dalam memprediksikan tinggi badan. Penelitian selanjutnya diharapkan mampu melakukan pengujian akurasi dan presisi terhadap persamaan yang dirumuskan pada penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Almeida, M., Laurent, M. R., Dubois, V., Claessens, F., O'Brien, C. A., Bouillon, R., Vanderschueren, D., & Manolagas, S. C. (2017). Estrogens and androgens in skeletal physiology and pathophysiology. *Physiological Reviews*, 97(1), 135–187. <https://doi.org/10.1152/physrev.00033.2015>
- Baig, M. A., & Byerly, D. W. (2022). *Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Forearm Ulna*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547749/#:~:text=Introduction,to be larger and longer.>
- Baltzer, F., Elliott, A., Katzman, D., Pinzon, J., Sankaran, K., Taddeo, D., Findlay, S. M., Goldberg, E., & Frappier, J. Y. (2018). Issues of care for hospitalized youth. *Paediatrics and Child Health*, 13(1), 61–64. <https://doi.org/10.1093/pch/13.1.61>
- Banyeh, M., Abdulai, A. R., Shittu, S. O., Eric Osei, E., Owusu Poku, E., & Adinyira Komla, A. (2022). Sex and height estimation using percutaneous ulna and tibia length in a Ghanaian population: New data and a test of published equations. *Forensic Science International: Reports*, 6. <https://doi.org/10.1016/J.FSIR.2022.100284>
- Bjure, J., Grimby, G., & Nachemson, A. (2009). Correction of Body Height in Predicting Spirometric Values in Scoliotic Patients. *Http://Dx.Doi.Org/10.3109/00365516809084283*, 21(2), 190–192. <https://doi.org/10.3109/00365516809084283>
- Cech, D. J., & Martin, S. (2012). *Functional Movement Development Across the Life Span (Third Edit)*. W.B. Saunders. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4978-4.00020-X>
- Chen, J.-F., Lin, P.-W., Tsai, Y.-R., Yang, Y.-C., & Kang, H.-Y. (2019). Androgens and Androgen Receptor Actions on Bone Health and Disease: From Androgen Deficiency to Androgen Therapy. *Cells*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/cells8111318>
- Cheung, P. Y., Jason, V., Annalisa, P., Kwak, Y., & Bo, I. N. (2022). Characteristics of the length of the radius and ulna in children.
- Gat-Yablonski, G., & Phillip, M. (2015). Nutritionally-induced catch-up growth. *Nutrients*, 7(1), 517–551. <https://doi.org/10.3390/nu7010517>
- Gauld, L. M., Kappers, J., Carlin, J. B., & Robertson, C. F. (2004). Height prediction from ulna length. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46(07), 475–480. <https://doi.org/10.1017/S0012162204000787>
- Ghanbari, K., Nazari, A. R., Ghanbari, A., & Chehrei, S. (2016). Stature estimation and formulation of based on ulna length in Kurdish racial subgroup. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 121(1), 43–50. <https://doi.org/10.13128/IJAE-18343>
- Guo, J., Huang, X., Dou, L., Yan, M., Shen, T., Tang, W., & Li, J. (2022). Aging and aging-related diseases: from molecular mechanisms to interventions and treatments. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01251-0>

- Gupta, P. M., Wieck, E., Conkle, J., Betters, K. A., Cooley, A., Yamasaki, S., Laibhen-Parkes, N., & Suchdev, P. S. (2020). Improving assessment of child growth in a pediatric hospital setting. *BMC Pediatrics*, 20(1), 419. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02289-1>
- Ilayperuma Isurani, Nanayakkara Ganananda, & Palahepitiya Nadeeka. (2010). A Model for the Estimation of Personal Stature from the Length of Forearm Un Modelo para la Estimación de la Estatura Personal desde la Longitud del Antebrazo.
- Ilham, R. D., Surdam, Z., Pramono, S. D., Nulanda, M., & Gani, A. B. (2022). View of Hubungan antara Panjang Tulang Ulna dengan Tinggi Badan pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia yang Bersuku Bugis. *Fakumi Medikal Journal*. <https://fmj.fk.umi.ac.id/index.php/fmj/article/view/118/106>
- Kemendes RI. (2015). Profil Indonesia Tahun 2015. In Kementerian Kesehatan RI (Vol. 3, Issue April).
- Maataoui, A. El, Benghabrite, A., Maghraoui, A. El, Chabraoui, L., & Ouzzif, Z. (2015). Relationship between sex hormone levels, bone mineral density and bone turnover markers in healthy moroccan men: a cross-sectional study. *The Pan African Medical Journal*, 22, 206. <https://doi.org/10.11604/pamj.2015.22.206.6066>
- Mardiyati, N. L., Mutalazimah, M., Isnaeni, F. N., Puspitasari, D. I., Rakhma, L. R., Amalia, N. D., Pangastuti, N. A., & Yahya, W. (2023). Pelatihan Estimasi Tinggi Badan untuk Anak Tuna Daksa bagi Fisioterapis di Pediatric Neurodevelopmental Therapy Centre (PNTC) Colomadu, Jawa Tengah. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 3(2), 387–392. <https://doi.org/10.54082/jamsi.653>
- Marzin, P., & Cormier-Daire, V. (2020). New perspectives on the treatment of skeletal dysplasia. *Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism*, 11, 1–16. <https://doi.org/10.1177/2042018820904016>
- Mitra, A., Panda, B. B., & Sethi, S. S. (2021). Estimation of Stature from the Percutaneous Length of Ulna among the People of Odisha. *Medico-Legal Update*, 21(4), 6–13. <https://doi.org/10.37506/mlu.v21i4.3092>
- Mulyasari, I., & Purbowati. (2018). Lingkaran lengan atas dan panjang ulna sebagai parameter antropometri untuk memperkirakan berat badan dan tinggi badan orang dewasa. In *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)* (Vol. 7, Issue 1). <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgi/>
- Park, J. H., Lee, M., Kim, D., Kwon, H. W., Choi, Y. J., Park, K. R., Park, S., Park, S. B., & Cho, J. (2022). Estimating Adult Stature Using Metatarsal Length in the Korean Population: A Cadaveric Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph192215124>
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., Bourgois, J., Vrijens, J., Beunen, G., & Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221–230. <https://doi.org/10.1080/02640410500189371>
- Popovic, S. (2018). Arm-span measurement as an alternative estimation of true height in Montenegrin young adults of both sexes: A national survey Arm-span measurement as an

alternative estimation of true height in Montenegrin young adults of both sexes: A national survey.

- Pureepatpong, N., Sangiampongsa, A., Lerdpipatworakul, T., & Sangvichien, S. (2012). Stature estimation of modern Thais from long bones: a cadaveric study. *Siriraj Medical Journal*, 64(Suppl. 1).
- Radhika, R. N., & Susan, M. O. (2020). Bone and Sex Hormones. *Kidney International Journals*, 94(2), 239–242. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0085253818302886#:~:text=Sex hormones play a major,life%2C more so in men.>
- Rao, A. D., Ladra, M., Dunn, E., Kumar, R., Rao, S. S., Sehgal, S., Dorafshar, A. H., Morris, C. D., & Terezakis, S. A. (2019). A Road Map for Important Centers of Growth in the Pediatric Skeleton to Consider During Radiation Therapy and Associated Clinical Correlates of Radiation-Induced Growth Toxicity. *International Journal of Radiation Oncology\*Biography\*Physics*, 103(3), 669–679. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.10.026>
- Rasouli, M. A., Newth, C. J. L., Khemani, R. G., & Ross, P. A. (2018). Predicting Body Height in a Pediatric Intensive Care Unit Using Ulnar Length | Enhanced Reader. *Frontiers in Pediatrics*, 6.
- Sahay, M., & Sahay, R. (2014). Rickets-vitamin D deficiency and dependency. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 16(2). <https://doi.org/10.4103/2230-8210.93732>
- Sudiarti, T. (2020). *Body Weight Prediction Model using Mid Upper Arm Circumferences and Knee Height in Adult (Vol. 1)*.
- Sutriani, K. T., & Isnawati, M. (2014). Perbedaan Antara Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Ulna Dengan Tinggi Badan Aktual Dewasa Muda Di Kota Semarang. *Journal of Nutrition College*, 3(1), 117–124. <https://doi.org/10.14710/JNC.V3I1.4539>
- Tsutsui, T., Iizuka, S., Sakamaki, W., Maemichi, T., & Torii, S. (2022). Growth until Peak Height Velocity Occurs Rapidly in Early Maturing Adolescent Boys. *Children*, 9(10), 1–7. <https://doi.org/10.3390/children9101570>