

Model Prediksi Persen Lemak Tubuh Remaja Putri: Studi *Cross Sectional*

Nurul Khairani¹, Trini Sudiarti²

¹Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, STIKES Tri Mandiri Sakti, Bengkulu, Indonesia

²Departemen Gizi Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

Email : nurul.sulaksono@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to get the prediction model which had optimum validity for estimating body fat percentage of adolescent girls. The design of this study was a Cross Sectional. The sampels were 110 school girls which taken by Stratified Proportional technique. Anthropometric measurements consisted of measurements of age, weight, and height (to obtain the BMI (kg/ m²) and BMI (WHO Z Score)), waist circumference, and skinfold thickness. Body fat percentage was measured using various predictive models. Bivariate analysis used was the correlation test. Multivariate analysis used was multiple linear regression test. The ROC test was used for the validation test to determine the Area Under Curve (AUC) value, sensitivity, specificity, Positive Predictive Value (PVP), Negative Predictive Value (PVN), Likelihood Ratio + or (LR +), and LR-. The result of the study showed that the average of body fat percentage of samples was 26,51% ± 5,48%. The prediction model which obtained from multivariate analysis was BFP= 0,991 BMI +0,069 ST+0,249 A -1,703. Based on the validation test, the prediction model of this study had optimum validity in compared with other prediction models.

Keywords : *Adolescent girls, body fat percentage, nutritional status, prediction model*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model prediksi yang memiliki validitas optimal untuk memperkirakan persen lemak tubuh remaja putri. Desain penelitian adalah *Cross Sectional*. Sampel yang diambil sebanyak 110 siswi dengan menggunakan teknik Stratifikasi Proporsional. Pengukuran antropometri terdiri dari pengukuran usia, berat badan dan tinggi badan (untuk mendapatkan nilai IMT (kg/m²) dan IMT WHO Z Score), lingkar pinggang, dan *skinfold thickness*. Persen lemak tubuh diukur dengan menggunakan berbagai model prediksi. Analisis bivariat menggunakan uji korelasi. Analisis multivariat menggunakan uji regresi linier ganda. Uji ROC digunakan untuk uji validasi untuk mengetahui nilai *Area Under Curve* (AUC), sensitivitas, spesifisitas, *Predictive Value Positif* (PVP), *Predictive Value Negative* (PVN), *Likelihood Ratio +* atau (LR+), dan LR-. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata persen lemak tubuh responden adalah 26,51 % ± 5,48 %. Model prediksi yang didapatkan dari hasil multivariat adalah PLT= 0,991 IMT + 0,069 ST + 0,249 U -1,703. Berdasarkan hasil uji validasi, model prediksi tersebut memiliki validitas optimal jika dibandingkan dengan model prediksi lainnya.

Kata Kunci : Model prediksi, persen lemak tubuh, remaja putri, status gizi

PENDAHULUAN

Anak yang mengalami kegemukan atau obesitas sudah menjadi masalah kesehatan masyarakat, baik di negara maju maupun negara berkembang, terutama di daerah perkotaan (WHO, 2016). Obesitas pada anak-anak dan remaja berdampak kesehatan jangka pendek dan jangka panjang. Dampak kesehatan yang paling signifikan dari kegemukan dan obesitas pada masa kanak-kanak, yang seringkali tidak terlihat sampai dewasa, meliputi penyakit kardiovaskular, diabetes mellitus, gangguan muskuloskeletal, dan kanker. Setidaknya 2,6 juta orang setiap tahun meninggal akibat kegemukan atau obesitas (WHO, 2020a).

Lebih dari 340 juta anak dan remaja berusia 5-19 tahun mengalami kegemukan atau obesitas pada tahun 2016 (WHO, 2020b). Prevalensi malnutrisi pada anak masih tinggi di Indonesia (Hardiansyah *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil Riskesdas tahun 2018, proporsi obesitas sentral pada penduduk usia ≥ 15 tahun di Indonesia sebesar 31,0%. Anak berusia 5-12 tahun yang mengalami kegemukan sebesar 10,8% dan obesitas sebesar 9,2%. Prevalensi kegemukan pada remaja juga dilaporkan masih tinggi. Menurut data Riskesdas, sebanyak 11,2% remaja usia 13-15 tahun kegemukan dan 4,8% obesitas. Adapun prevalensi kegemukan dan obesitas pada remaja usia 16-18 tahun masing-masing sebesar 9,5% dan 4,0% (Kemenkes RI, 2018).

Saat ini, persentase lemak tubuh telah dianggap sebagai standar akurat untuk menentukan kegemukan atau obesitas karena dapat mengukur lemak tubuh secara langsung. Penggunaan persentase lemak tubuh sebagai untuk mengukur kegemukan atau obesitas semakin meningkat (Trang *et al.*, 2019). Persen lemak tubuh dapat dinilai dengan akurat menggunakan metode seperti *Dual-energy X-ray absorptiometry* (DXA) (Lohman & Chen, 2005; Thomas *et al.*, 2005). Namun, DXA tidak dapat digunakan untuk pengukuran di lapangan dan lebih sulit untuk digunakan pada orang berusia muda daripada orang dewasa karena serangkaian protokol yang harus dipatuhi. Teknik dengan akurasi tinggi seperti DXA, *air displacement plethysmography* (ADP), *computed tomography*, dan MRI membutuhkan biaya operasional dan pelatihan yang mahal (dos Santos Cavalcanti *et al.*, 2009). Oleh karena itu, metode alternatif seperti indikator antropometri yang dapat membedakan lemak tubuh dengan biaya operasional yang rendah diperlukan dalam praktek klinis (Silva *et al.*, 2013).

Model prediksi persen lemak tubuh sering digunakan untuk menentukan prevalensi obesitas pada populasi atau program manajemen obesitas. Hal ini dikarenakan tidak memerlukan biaya yang besar dan relatif mudah digunakan untuk populasi yang besar (Deurenberg *et al.*, 2000). Variabel yang termasuk dalam persamaan (model) prediksi untuk anak muda bervariasi, tetapi telah terbukti bahwa *skinfold* layak untuk digunakan (Stevens *et al.*, 2007; Stomfai *et al.*, 2011). Menurut Lee & Nieman (2010), pengukuran *skinfold thickness* memiliki koefisien korelasi

sebaik hasil pengukuran dengan menggunakan *hydrostatic weighing* jika pengukuran dilakukan dengan benar. *Hydrostatic weighing* merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menentukan komposisi tubuh di laboratorium.

Indeks massa tubuh (IMT) merupakan diskriminator lemak tubuh yang sangat baik pada laki-laki dan perempuan. Indikator ini bisa digunakan oleh tenaga kesehatan profesional untuk menilai lemak tubuh dengan cepat pada anak-anak dan remaja dengan biaya operasional rendah (Junior *et al.*, 2017). IMT memiliki korelasi yang kuat dengan persen lemak tubuh yang diukur dengan menggunakan *densitometry*, *magnetic resonance imaging* atau DXA. Berdasarkan penelitian Taylor *et al.* (2000), Lingkar Pinggang (LP) memiliki korelasi yang kuat dengan jumlah lemak tubuh bagian atas yang diukur dengan menggunakan DXA ($r = 0,92$).

Penggunaan model prediksi Slaughter untuk remaja di Indonesia direkomendasikan oleh Isjwara *et al.* (2007) karena saat itu model prediksi tersebut dianggap sebagai metode antropometri terbaik untuk memperkirakan persen lemak tubuh sembari menunggu pengembangan model prediksi khusus untuk orang Indonesia. Model prediksi ini sebenarnya berlaku untuk etnis Kaukasian, berjenis kelamin laki-laki dan perempuan dengan rentang usia 8 sampai 29 tahun (Slaughter *et al.*, 1988). Model prediksi persen lemak tubuh yang ada di Indonesia sampai saat ini adalah model prediksi untuk remaja putra (Sitoayu & Sudiarti, 2016), sedangkan untuk remaja putri belum dikembangkan di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dikembangkan model prediksi untuk remaja putri di Indonesia.

Prevalensi kegemukan dan obesitas pada siswa-siswi MTs dan MA Multiteknik Yayasan Asih Putera Kota Cimahi Tahun 2012 berdasarkan data Unit Kesehatan Sekolah (UKS) bulan Februari sampai Maret masing-masing sebesar 18,8% dan 9,8%. Prevalensi ini sangat besar jika dibandingkan dengan prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas di Indonesia, Propinsi Jawa Barat dan Kota Cimahi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model prediksi yang memiliki validitas optimal sebagai alternatif alat ukur persen lemak tubuh untuk menentukan status gizi lebih pada siswi MTs dan MA Multiteknik Yayasan Asih Putera Kota Cimahi.

METODE

Desain, Waktu, dan Tempat

Desain penelitian adalah *Cross Sectional* dengan pendekatan Kuantitatif Observational. Penelitian dilakukan pada tanggal 19-30 November 2012 pada pukul 7.30 – 12.00 WIB. Adapun interpretasi terhadap model dan penulisan artikel dilakukan pada tahun 2019.

Populasi dan Sampel

Sampel penelitian adalah siswi MTS dan MA Multiteknik Yayasan Asih Putera tahun ajaran 2012/2013 yang berusia 12-18 tahun sebanyak 110 siswi dengan menggunakan teknik Stratifikasi Proporsi. Penghitungan besar sampel sebelumnya menggunakan uji hipotesis koefisien korelasi yang didasarkan kepada perhitungan nilai transformasi Fisher (Ariawan, 1998). Karena jumlah sampel yang didapatkan sangat kecil, maka perhitungan jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan ketentuan yang dikemukakan oleh Hastono (2007) yang mengemukakan bahwa untuk analisis multivariat, untuk setiap variabel minimal memerlukan 10 responden. Karena penelitian memiliki 9 variabel, maka jumlah sampel minimal adalah 90 variabel. Aktual subjek sebanyak 110 karena ada 20 siswi yang bersedia menjadi responden tambahan.

Kriteria inklusi untuk sampel adalah siswi MTS dan MA tahun ajaran 2012/2013 yang aktif secara administrasi. Kriteria eksklusi untuk sampel adalah siswi terlibat narkoba, tidak mematuhi peraturan sekolah, dan menderita penyakit berat dan kronis. Sampel harus memenuhi syarat-syarat untuk pengukuran PLT BIA, yaitu tidak makan dan minum, khususnya kopi empat jam sebelum pengukuran, tidak boleh mengonsumsi alkohol 48 jam sebelum pengukuran, menghindari aktivitas fisik yang berat 12 jam sebelum pengukuran, jika memungkinkan, tidak mengonsumsi obat atau suplemen yang bersifat diuretik tujuh hari sebelumnya, mengosongkan kandung kemih 30 menit sebelum pengukuran, tidak menggunakan alas kaki ketika pengukuran (Bozkirli *et al.*, 2007), dan tidak sedang menstruasi (Heyward & Stolarczyk, 1996). Syarat-syarat tersebut diinformasikan kepada siswi minimal satu hari sebelum pengukuran. Siswi yang mengikuti pengukuran diberikan *informed consent*. Orang tua siswi juga diinformasikan tentang keikutsertaan anaknya dalam penelitian.

Jenis dan Cara Pengambilan Data

Studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui prevalensi gizi lebih di MTs dan MA Yayasan Asih Putera tahun ajaran 2012/2013. Pada penelitian utama, pengukuran persen lemak tubuh dilakukan dengan menggunakan BIA merk Omron HBF 302 sebagai *gold standard*. Pengukuran antropometri terdiri dari pengukuran usia, berat badan dan tinggi badan (untuk mendapatkan nilai IMT (kg/m^2) dan IMT WHO Z Score), lingkar pinggang, dan *skinfold thickness*. *Skinfold thickness* didapatkan dari penjumlahan *tricep*, *bicep*, *subscapular*, dan *suprailiac* (Gibson, 2005; Roche, Heymsfield, & Lohman, 1996). Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali dan diambil nilai rata-ratanya. Pengukuran berat badan dan tinggi badan masing-masing dilakukan dengan menggunakan timbangan digital merk SECA dan *stadiometer*. Pengukuran lingkar pinggang dilakukan dengan menggunakan pita meter *non-elastis* merk *Butterfly*. Pengukuran *skinfold thickness* dilakukan dengan

menggunakan *skinfold caliper* Harpenden, London. IMT WHO (*Z Score*) diukur dengan menggunakan *software* WHO AnthroPlus.

Persen lemak tubuh diukur dengan menggunakan berbagai model prediksi, yaitu Slaughter, Deurenberg, Lee, Chan (Tabel 1) dan hasil analisis multivariat. Hasil pengukuran persen lemak tubuh model prediksi dibandingkan dengan BIA sebagai *gold standard*. *Cut off point* kelebihan berat badan (*overweight*) berdasarkan *cut off point* referensi. *Cut off point* IMT sebesar 23,00 kg/m² (WHO Expert Consultation, 2004), IMT WHO (*Z Score*) sebesar 1 SD (WHO, 2013), *skinfold thickness* sebesar 82 mm (Nieman, 2003), dan LP sebesar 80 cm (Gibson, 2005). Semua model prediksi mempunyai *cut off point* sebesar 32 % (Nieman, 2003).

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi univariat, bivariat, multivariat, dan uji asumsi model prediksi yang dihasilkan dari analisis multivariat. Analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan uji korelasi. Analisis multivariat dilakukan dengan menggunakan uji regresi linier ganda. Uji ROC digunakan untuk uji validasi, yaitu untuk mengetahui nilai *Area Under Curve* (AUC), sensitivitas, spesifisitas, *Predictive Value Positif* (PVP), *Predictive Value Negative* (PVN), *Likelihood Ratio +* atau (LR+), dan LR- (Park, Goo, & Jo, 2004). Uji asumsi model prediksi terdiri dari uji asumsi eksistensi (variabel random), asumsi independensi, asumsi linieritas, asumsi *homoscedascity*, asumsi normalitas, dan asumsi *diagnostic multicollinearity* (Hastono, 2007). Uji statistik dilakukan secara parametrik dan kenormalan data dilihat dari histogram variabel penelitian. Analisis data dilakukan dengan menggunakan SPSS 16.

Tabel 1. Model prediksi

No.	Peneliti	Model Prediksi
1.	Slaughter <i>et al.</i> (1988)	$P LT = 1,33 (\textit{triceps skinfold} + \textit{subscapular skinfold}) - 0,013 (\textit{triceps skinfold} + \textit{subscapular skinfold})^2 - 2,5$
2.	Deurenberg <i>et al.</i> (1991)	$P LT = 1,20 IMT + 0,23 U - 10,8 JK - 5,4$
3.	Lee <i>et al.</i> (2007)	$PLT = 7,596 + 0,060 IMT^2 - 0,460 U + 2,445 JK - 0,002 IMT^2 U JK$
4.	Chan <i>et al.</i> (2009)	$PLT = 28,725 + 0,089 ST$

Keterangan :

P LT : Persen Lemak Tubuh JK = Jenis Kelamin U : Usia

ST : *Skinfold Thickness* (jumlah *triceps skinfold*, *biceps skinfold*, *subscapular skinfold*, *suprailiaca skinfold*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah responden dalam penelitian ini adalah 110 orang siswi dari MTs dan MA Yayasan Asih Putera, yaitu sebanyak 63 orang dari MTs dan 47 orang dari MA. Rerata usia responden adalah 14,85 tahun dengan rentang usia mulai dari 12 - 18 tahun (95% CI : 14,52 – 15,18). Standar deviasi usia adalah 1,75 tahun. Persentase siswi MTs dan MA Yayasan Asih Putera yang mempunyai status gizi kurus dan normal masing-masing sebesar 1,82% dan 78,18%. Persentase siswi MTs dan MA Yayasan Asih Putera yang mempunyai mempunyai status gizi kegemukan (*overweight*) dan obesitas masing-masing sebesar 11,82% dan 8,18% (Tabel 2).

Tabel 2. Status gizi responden berdasarkan IMT WHO (Z Score)

Status Gizi	Jumlah	Persentase (%)
Kurus	2	1,82
Normal	86	78,18
Kegemukan (<i>overweight</i>)	13	11,82
Obesitas	9	8,18
Total	110	100

Tabel 3. Hasil pengukuran persen lemak tubuh dan antropometri

Variabel	Rerata	Standar Deviasi (SD)
PLT BIA (%)	26,51	5,48
BB (kg)	48,76	10,66
TB (m)	152,26	5,37
IMT (kg/m ²)	20,96	4,11
IMT WHO (Z Score)	0,13	1,16
Tricep (mm)	16,13	5,50
Bicep (mm)	8,94	3,82
Subscapular (mm)	12,66	3,60
Suprailiaca (mm)	16,77	6,30
ST (mm)	54,51	17,23
LP (cm)	67,46	8,53
PLT Slaughter (%)	24,08	4,27
PLT Deurenberg (%)	23,51	5,90
PLT Lee (%)	28,12	0,12
PLT Chan (%)	33,58	1,53

Keterangan : BB : Berat Badan TB : Tinggi Badan ST : *Skinfold Thickness*

Hasil pengukuran persen lemak tubuh dengan menggunakan BIA pada responden menunjukkan bahwa rerata persen lemak tubuh secara keseluruhan adalah 26,51%±5,48%. Nilai tersebut tidak terlalu jauh dengan hasil penelitian Murbawani & Firiana (2017) yaitu sebesar 26,40%±9,95% untuk remaja usia 11-15 tahun. Rata-rata persen lemak tubuh remaja putri berusia 10-15 tahun di desa 23,14%±4,74% dan rata-rata persen lemak tubuh remaja di kota 24,00%±5,28% (Handayani, Dwiriani, & Riyadi, 2013). Hasil penelitian Rahmayanti & Sudiarti (2019) menunjukkan bahwa persen lemak tubuh remaja putri usia 15-17 tahun

tergolong cukup atau *good fair* (19-28%). Ketika masa puber, remaja putri memiliki lemak tubuh sebanyak 15,0% dan ketika kematangan fisiknya berakhir, maka persentase lemak tubuhnya menjadi sebesar 28,0% (Krummel & Kris-Etherton, 1996).

Hasil uji korelasi hasil pengukuran antropometri dan PLT model prediksi dengan PLT BIA terdapat pada Tabel 4. Variabel yang memiliki korelasi paling kuat dengan PLT BIA adalah IMT, yaitu nilai $r = 0,938$. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Isjwara *et al.*, (2007) terhadap 102 remaja perempuan Indonesia yang berusia 11-15 tahun. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, didapatkan koefisien korelasi antara IMT dengan persen lemak tubuh BIA sebesar 0,782 dan dengan BIA Tanita sebesar 0,916.

Tabel 4. Koefisien korelasi antarvariabel penelitian

Variabel	r	p value
PLT BIA vs Usia	0,072	0,4570
PLT BIA vs IMT	0,938	0,0001
PLT BIA vs IMT WHO (<i>Z Score</i>)	0,925	0,0001
PLT BIA vs ST	0,878	0,0001
PLT BIA vs LP	0,895	0,0001
PLT BIA vs PLT Slaughter	0,853	0,0001
PLT BIA vs PLT Deurenberg	0,922	0,0001
PLT BIA vs PLT Lee	0,889	0,0001
PLT BIA vs PLT Chan	0,878	0,0001

Keterangan : PLT : Persen Lemak Tubuh ST : *Skinfold Thickness*

Variabel yang paling lemah korelasinya dengan PLT BIA adalah usia, yaitu nilai $r = 0,072$. Semua variabel berkorelasi secara signifikan, kecuali usia. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Daniels *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa terdapat penyimpanan lemak pada pusat tubuh yang relatif lebih besar dengan semakin meningkatnya usia.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Abraham & O'Dea (2001) yang menyatakan bahwa remaja putri yang telah mengalami *menarche* secara signifikan lebih mungkin untuk menurunkan berat badan dan melakukan pengaturan pola makan (diet) jika dibandingkan dengan remaja putri yang belum *menarche*. Menurut Santrock (2007), seiring dengan berlangsungnya perubahan di masa pubertas, remaja putri sering merasa tidak puas dengan tubuhnya sehubungan dengan meningkatnya jumlah lemak. Remaja putri memiliki motivasi untuk memiliki tubuh yang sangat kurus. Keinginan ini dipengaruhi oleh kecenderungan untuk mengidentikkan tubuh yang sangat kurus dengan kecantikan.

Hasil akhir dari analisis multivariat yang melibatkan variabel usia, IMT, dan *skinfold thickness* dapat dilihat pada Tabel 5. IMT merupakan variabel yang dominan berkorelasi dengan PLT BIA yang dikontrol oleh variabel *skinfold thickness* dan usia.

Tabel 5. Hasil akhir analisis multivariat

Variabel	B	Std. Error	Beta	T	p value
Konstanta	-1,703	1,760		-0,968	0,335
IMT	0,991	0,099	0,743	10,006	0,0005
ST	0,069	0,024	0,216	2,905	0,004
Usia	0,249	0,102	0,079	2,435	0,017

Keterangan : ST : *Skinfold Thickness*

Berdasarkan hasil analisis multivariat akhir, maka dapat dibentuk model prediksi sebagai berikut :

$$PLT = 0,991 IMT + 0,069 ST + 0,249 U - 1,703$$

Keterangan :

PLT : Persen Lemak Tubuh IMT : Indeks Massa tubuh

ST : *Skinfold Thickness* U : Usia

Berdasarkan Tabel 6. terlihat bahwa PLT BIA memiliki nilai perbedaan rerata persen lemak tubuh tertinggi dengan PLT Chan, yaitu sebesar 7,07% (*overestimated*) dan perbedaan terendah dengan PLT Khairani, yaitu sebesar 0,06%. PLT Deurenberg memiliki nilai *underestimated* tertinggi terhadap PLT BIA, yaitu dengan perbedaan sebesar -3,00%.

Tabel 6. Perbedaan persen lemak tubuh

Model Prediksi	PLT (%)	Perbedaan dengan PLT BIA (%)
Slaughter	24,08	-2,43
Deurenberg	23,51	-3,00
Lee	28,12	1,61
Chan	33,58	7,07
Khairani	26,57	0,01

Keterangan : PLT : Persen Lemak Tubuh p value = 0,0001

Hasil Uji Validasi

Area Under Curve (AUC) adalah ukuran keseluruhan kinerja tes diagnostik yang diinterpretasikan sebagai rerata nilai sensitivitas untuk semua nilai spesifisitas yang mungkin. Hasil uji validasi pengukuran antropometri dan PLT model prediksi dengan *cut off point* referensi dan hasil analisis ROC masing-masing dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Cut off point kelebihan berat badan (*overweight*) pada Tabel 7 berdasarkan *cut off point* referensi. *Cut off point* IMT sebesar 23,00 kg/m² (WHO Expert Consultation, 2004), IMT WHO (*Z Score*) sebesar 1 SD (WHO, 2013), *skinfold thickness* sebesar 82

mm (Nieman, 2003), dan LP sebesar 80 cm (Gibson, 2005). Semua model prediksi mempunyai *cut off point* sebesar 32% (Nieman, 2003).

Hasil uji validasi dapat dilihat dari nilai *r*, AUC, sensitivitas, spesifisitas, PVP, PVN, LR+, dan LR-. Hasil uji validasi yang menggunakan *cut off point* referensi dibandingkan dengan *cut off point* hasil analisis ROC.

Berdasarkan nilai koefisien *r* yang terdapat pada Tabel 7 dan Tabel 8, semua hasil pengukuran antropometri dan model prediksi memiliki nilai *r* yang besar yang menandakan hubungan yang sangat kuat dengan PLT BIA. Nilai tertinggi dimiliki oleh PLT Khairani sebesar 0,944, sedangkan yang terendah dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 0,853.

Berdasarkan nilai AUC yang terdapat pada Tabel 7 dan Tabel 8, semua hasil pengukuran antropometri dan model prediksi memiliki nilai AUC di atas garis diagonal dan memiliki nilai AUC yang bagus. Nilai AUC tertinggi dimiliki oleh IMT dan PLT Lee sebesar 1,000, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 0,957. PLT Khairani memiliki nilai AUC yang bagus, walaupun masih di bawah IMT (kg/m²) dan PLT Lee.

Tabel 7. Hasil uji validasi dengan *cut off point* referensi

Variabel	Nilai <i>r</i>	AUC	<i>Cut Off</i>	Se (%)	Sp (%)	PVP (%)	PVN (%)	LR+	LR-
IMT (kg/m ²)	0,938	1,000	23,00	100	92,47	70,83	100	13,28	0,00
IMT WHO (<i>Z Score</i>)	0,925	0,994	1,00	88,24	92,47	68,18	97,73	11,72	0,13
ST (mm)	0,878	0,993	82,00	58,82	100	100	93,00	∞	0,41
LP (cm)	0,895	0,990	80,00	47,05	100	100	91,18	∞	0,53
PLT Khairani	0,944	0,989	32,00	82,35	100	100	96,88	∞	0,18
PLT Slaughter	0,853	0,957	32,00	0,00	100	0,00	84,55	0,00	1,00
PLT Deurenberg	0,922	0,999	32,00	58,82	100	100	93,00	∞	0,41
PLT Lee	0,889	1,000	32,00	94,12	91,40	66,67	98,83	10,94	0,06
PLT Chan	0,878	0,993	32,00	100	12,90	17,35	100	1,15	0,00

Keterangan : Se : Sensitivitas Sp : Spesifisitas ST : *Skinfold Thickness* *p value* = 0,0005

Berdasarkan nilai Se yang terdapat pada Tabel 7, nilai Se tertinggi dimiliki oleh IMT dan PLT Chan, yaitu sebesar 100,00%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 0,00%. Berdasarkan nilai Sp, nilai tertinggi dimiliki oleh ST, LP, PLT Khairani, PLT Slaughter, dan PLT Deurenberg sebesar 100,00%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Chan sebesar 12,90%. Berdasarkan nilai PVP, nilai tertinggi dimiliki oleh ST, LP, PLT Khairani, dan PLT Deurenberg sebesar 100,00%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 0,00%.

Berdasarkan nilai PVN, nilai PVN tertinggi dimiliki oleh IMT (kg/m²) dan PLT Chan sebesar 100,00%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Slaughter

sebesar 84,55%. Berdasarkan nilai LR+, nilai tertinggi dimiliki oleh ST, LP, PLT Khairani, dan PLT Deurenberg sebesar ∞ , sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Chan sebesar 1,15. Berdasarkan nilai LR-, nilai tertinggi dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 1,00 sedangkan nilai terendah dimiliki oleh IMT (kg/m²) dan PLT Chan sebesar 0,00.

Hasil uji validasi pengukuran antropometri dan PLT model prediksi dengan *cut off point* referensi jika dilihat dari nilai sensitivitas, spesifisitas, PVP, PVN, LR+, dan LR-nya, maka pengukuran antropometri atau model prediksi yang memiliki validitas tertinggi dari peringkat tertinggi sampai terendah adalah IMT (kg/m²), PLT Lee, PLT Khairani, IMT WHO (*Z Score*).

Tabel 8. Hasil uji validasi dengan *cut off point* hasil analisis ROC

Variabel	Nilai r	AUC	Cut Off	Se (%)	Sp (%)	PVP (%)	PVN (%)	LR+	LR-
IMT (kg/m ²)	0,938	1,000	24,93	88,24	98,92	93,75	97,87	81,70	0,12
IMT WHO (<i>Z Score</i>)	0,925	0,994	1,78	70,59	100	100	94,90	∞	0,29
ST (mm)	0,878	0,993	72,33	76,47	100	100	95,88	∞	0,24
LP (cm)	0,895	0,990	74,50	76,47	98,92	92,86	95,83	70,80	0,24
PLT Khairani	0,944	0,989	32,00	82,35	100	100	96,88	∞	0,18
PLT Slaughter	0,853	0,957	30,19	64,70	100	100	93,94	∞	0,35
PLT Deurenberg	0,922	0,999	30,49	76,47	100	100	95,88	∞	0,24
PLT Lee	0,889	1,000	40,53	76,47	100	100	95,88	∞	0,24
PLT Chan	0,878	0,993	35,16	76,47	100	100	95,88	∞	0,24

Keterangan : Se : Sensitivitas Sp : Spesifisitas ST : *Skinfold Thickness* p value = 0,0005

Berdasarkan nilai Se yang terdapat pada Tabel 8, nilai Se tertinggi dimiliki oleh IMT sebesar 88,24%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 64,70%. Berdasarkan nilai Sp, semua pengukuran antropometri dan model prediksi bernilai 100,00%, kecuali IMT (kg/m²) dan LP. Berdasarkan nilai PVP, semua pengukuran antropometri dan model prediksi bernilai 100,00%, kecuali IMT (kg/m²) dan LP.

Berdasarkan nilai PVN, nilai PVN tertinggi dimiliki oleh IMT (kg/m²) sebesar 97,87%, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 93,94%. Berdasarkan nilai LR+, semua pengukuran antropometri dan model prediksi bernilai ∞ , kecuali IMT (kg/m²) dan LP. Berdasarkan nilai LR-, nilai tertinggi dimiliki oleh PLT Slaughter sebesar 0,35, sedangkan nilai terendah dimiliki oleh IMT (kg/m²) sebesar 0,12.

Hasil uji validasi pengukuran antropometri dan PLT model prediksi dengan *cut off point* hasil analisis ROC Jika dilihat dari nilai sensitivitas, spesifisitas, PVP, PVN, LR+, dan LR-nya, maka pengukuran antropometri atau model prediksi yang memiliki validitas tertinggi adalah IMT (kg/m²) dan PLT Khairani. *Skinfold thickness* berada pada peringkat kedua.

Berdasarkan hasil uji validasi, model prediksi yang memiliki validitas optimal adalah model prediksi Khairani jika hanya dibandingkan dengan model prediksi lainnya. Model prediksi Khairani memiliki nilai sensitivitas, spesifisitas, PVP, PVN, dan LR+ yang selalu tinggi dan stabil jika menggunakan *cut off point* referensi maupun hasil analisis ROC. Nilai r dan AUC-nya juga tinggi dan nilai LR- rendah. Tidak semua hasil uji validasinya bernilai paling tinggi, namun secara keseluruhan selalu tinggi dan stabil jika dibandingkan dengan model prediksi lainnya.

Menurut Isjiswara *et al.* (2007), model prediksi Slaughter dapat dijadikan sebagai model prediksi untuk menentukan persen lemak tubuh pada remaja putri di Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian ini, sensitivitas, dan PVP PLT Slaughter bernilai 0,00% jika menggunakan *cut off point* referensi dan bernilai 64,70% dan 100% jika menggunakan *cut off point* hasil analisis ROC. Nilai ini menunjukkan bahwa validitas model prediksi Slaughter kurang baik.

Model prediksi Khairani dapat digunakan sebagai pengganti model prediksi Slaughter khusus untuk siswi pada sekolah yang memiliki karakteristik yang sama dengan MTs dan MA Multiteknik Yayasan Asih Putera. Sebelum digunakan untuk populasi lain yang berbeda karakteristiknya, model prediksi ini harus diuji validasi terlebih dahulu pada populasi tersebut.

Berdasarkan hasil uji validasi secara keseluruhan, IMT merupakan alat ukur yang memiliki validitas yang optimal dan juga memenuhi syarat sebagai alat ukur untuk menentukan status gizi lebih di lapangan. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Junior *et al.* (2017) yang mengungkapkan bahwa IMT adalah penanda lemak tubuh yang sangat baik pada anak dan remaja, baik jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Indikator ini bisa digunakan oleh tenaga kesehatan profesional untuk mengukur lemak tubuh dengan cepat pada anak-anak dan remaja dengan biaya operasional rendah.

IMT adalah *proxy* yang paling banyak digunakan untuk menilai kegemukan dan obesitas anak-anak dan orang dewasa. Walaupun IMT mudah diukur dan berbiaya rendah, IMT tidak membedakan antara lemak dan jaringan massa tanpa lemak dan dengan demikian dapat menyebabkan kesalahan klasifikasi (Dulloo *et al.*, 2010). Penelitian Costa-Urrutia *et al.* (2019) memvalidasi IMT sebagai prediktor persen lemak tubuh pada anak sekolah dan remaja (6-17 tahun) karena hubungan linier dan nilai AUC yang tinggi, serta nilai sensitivitas yang ditunjukkannya.

KESIMPULAN

Persentase siswi MTS dan MA Yayasan Asih Putera yang mempunyai status gizi kurus dan normal masing-masing sebesar 1,82% dan 78,18%. Persentase siswi MTS dan MA Yayasan Asih Putera yang mempunyai status gizi kegemukan (*overweight*) dan obesitas masing-masing sebesar 11,82 % dan 8,18 %. Rerata persen lemak tubuh siswi adalah $26,51\% \pm 5,48\%$. Model prediksi yang dihasilkan dari hasil pengukuran antropometri adalah $PLT = 0,991 \text{ IMT} + 0,069 \text{ ST} + 0,249 \text{ U} - 1,703$. Model prediksi tersebut memiliki validitas yang optimal jika dibandingkan dengan model prediksi lainnya. Untuk studi validasi selanjutnya dapat menggunakan metode Bland Altman dan pengukuran persen lemak tubuh dengan menggunakan DXA sebagai *gold standard*. Status pubertas dapat memengaruhi persentase lemak tubuh remaja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada STIKES Tri Mandiri Sakti Bengkulu, Departmen Gizi Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, dan MTs dan MA Yayasan Asih Putera Kota Cimahi Propinsi Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, S., & O'Dea, J. A. (2001). Body mass index, menarche, and perception of dieting among peripubertal adolescent females. *International Journal of Eating Disorders*, 29(1), 23–28. [https://doi.org/10.1002/1098-108X\(200101\)29:1<23::AID-EAT4>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/1098-108X(200101)29:1<23::AID-EAT4>3.0.CO;2-Z)
- Ariawan, I. (1998). *Besar dan metode sampel pada penelitian kesehatan*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat, universitas Indonesia.
- Bozkirli, E., Ertorer, M. E., Bakiner, O., Tutuncu, N. B., & Demirag, N. G. (2007). The validity of the World Health Organisation's obesity body mass index criteria in a Turkish population: A hospital-based study. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(3), 443–447.
- Chan, D., Li, A., So, H., Yin, J., & Nelson, E. (2009). New skinfold-thickness equation for predicting percentage body fat in Chinese obese children. *HK J Paediatr*, 14(96–102).
- Costa-Urrutia, P., Vizuet-Gámez, A., Ramirez-Alcántara, M., Guillen-González, M. Á., Medina-Contreras, O., Valdes-Moreno, M., ... Rodriguez-Arellano, M. E. (2019). Obesity measured as percent body fat, relationship with body mass index, and percentile curves for Mexican pediatric population. *PLOS ONE*, 14(2), e0212792. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212792>
- Daniels, S. R., Khoury, P. R., & Morrison, J. A. (2000). Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 152(12), 1179–1184. <https://doi.org/10.1093/aje/152.12.1179>
- Deurenberg, P., Deurenberg-Yap, M., Wang, J., Lin, F. P., & Schmidt, G. (2000). Prediction of percentage body fat from anthropometry and bioelectrical

- impedance in Singaporean and Beijing Chinese. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 9(2), 93–98. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.2000.00149.x>
- Deurenberg, P., Weststrate, J. A., & Seidell, J. C. (1991). Body mass index as a measure of body fatness: Age- and sex-specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*, 65(2), 105–114. <https://doi.org/10.1079/BJN19910073>
- dos Santos Cavalcanti, C., do Egito Carvalho, S., & de Barros, M. (2009). Indicadores antropométricos de obesidade abdominal: Revisão dos artigos indexados na biblioteca SciELO. *Braz J Kinathrop Hum Perform*, 11(2). <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2009v11n2p217>
- Dulloo, A. G., Jacquet, J., Solinas, G., Montani, J.-P., & Schutz, Y. (2010). Body composition phenotypes in pathways to obesity and the metabolic syndrome. *International Journal of Obesity*, 34(S2), S4–S17. <https://doi.org/10.1038/ijo.2010.234>
- Gibson, R. (2005). *Nutritional assessment* (2nd ed.). USA: Oxford University Press.
- Handayani, M. S., Dwiriani, C. M., & Riyadi, H. (2013). Hubungan komposisi tubuh dan status gizi dengan perkembangan seksual pada remaja putri di perkotaan dan pedesaan. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 8(3), 181–186. <https://doi.org/10.25182/jgp.2013.8.3.181-186>
- Hardiansyah, A., Hardinsyah, & Sukandar, D. (2017). Kesesuaian Konsumsi Pangan Anak Indonesia dengan Pedoman Gizi Seimbang. *Nutri-Sains : Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya*, 1 (2), 35-45. <https://doi.org/10.21580/ns.2017.1.2.2452>
- Hastono, S. (2007). *Analisis data kesehatan*. Depok: FKM UI.
- Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied body composition assessment*. USA: Human Kinetics.
- Isjwara, R. I., Lukito, W., & Schultink, J. W. (2007). Comparison of body compositional indices assessed by underwater weighing, bioelectrical impedance and anthropometry in Indonesian adolescent girls. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(4), 641–648.
- Junior, C. A., Mocellin, M. C., Gonçalves, E. C. A., Silva, D. A., & Trindade, E. B. (2017). Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 8(5), 718–727. <https://doi.org/10.3945/an.117.015446>
- Kemenkes RI. (2018). *Hasil Utama Riskedas 2018*. Jakarta (ID): Kemenkes RI.
- Krummel, D., & Kris-Etherton, P. (1996). *Nutrition in women's health*. Maryland: An Aspen Publication Inc.
- Lee, K., Lee, S., Kim, S. Y., Kim, S. J., & Kim, Y. J. (2007). Percent body fat cutoff values for classifying overweight and obesity recommended by the International Obesity Task Force (IOTF) in Korean children. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16(4), 649–655.
- Lee, R., & Nieman, D. (2010). *Nutritional assessment*. New York: McGraw Hill.
- Lohman, T., & Chen, Z. (2005). Dual-energy X-ray absorptiometry. In S. Heymsfield, T. Lohman, & et al (Eds.), *Human Body Composition* (2nd ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Murbawani, E. A., & Firiana, L. (2017). Hubungan persen lemak tubuh dan aktifitas

- fisik dengan tingkat kebugaran jasmani remaja putri. *JNH (Journal of Nutrition and Health)*, 5(2), 69–84. <https://doi.org/10.14710/jnh.5.2.2017.69-84>
- Nieman, D. (2003). *Exercise testing and prescription : A health-related approach*. Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- Park, S. H., Goo, J. M., & Jo, C.-H. (2004). Receiver Operating Characteristic (ROC) curve: Practical review for radiologists. *Korean Journal of Radiology*, 5(1), 11–18. <https://doi.org/10.3348/kjr.2004.5.1.11>.
- Rahmayanti, K., & Sudiarti, T. (2019). Hubungan tinggi badan dan persen lemak tubuh dengan kebugaran muskuloskeletal pada remaja. *Nutri-Sains : Jurnal Gizi, Pangan dan Aplikasinya*, 3 (1), 30-42. <https://doi.org/10.21580/ns.2019.3.1.3326>.
- Roche, A., Heymsfield, S., & Lohman, T. (1996). *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics.
- Santrock, J. (2007). *Adolescent* (11th ed.). New York: Mc Graw Hill Company.
- Silva, D. R. P., Ribeiro, A. S., Pavão, F. H., Ronque, E. R. V., Avelar, A., Silva, A. M., & Cyrino, E. S. (2013). Validade dos métodos para avaliação da gordura corporal em crianças e adolescentes por meio de modelos multicompartimentais: Uma revisão sistemática. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 59(5), 475–486. <https://doi.org/10.1016/j.ramb.2013.03.006>
- Sitoayu, L., & Sudiarti, T. (2016). studi validasi pengukuran antropometri dan model prediksi terhadap persen lemak tubuh bia pada siswa MTs dan MA multiteknik yayasan Asih putera Cimahi tahun 2012. *Forum Ilmiah*, 13(2), 67–75.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709–723.
- Stevens, J., Taber, D. R., Murray, D. M., & Ward, D. S. (2007). Advances and controversies in the design of obesity prevention trials. *Obesity*, 15(9), 2163–2170. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.257>
- Stomfai, S., Ahrens, W., Bammann, K., Kovács, É., Mårild, S., Michels, N., ... Molnár, D. (2011). Intra- and inter-observer reliability in anthropometric measurements in children. *International Journal of Obesity*, 35(S1), S45–S51. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.34>
- Taylor, R. W., Jones, I. E., Williams, S. M., & Goulding, A. (2000). Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 490–495. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.490>
- Thomas, S. R., Kalkwarf, H. J., Buckley, D. D., & Heubi, J. E. (2005). Effective dose of dual-energy x-ray absorptiometry scans in children as a function of age. *Journal of Clinical Densitometry*, 8(4), 415–422. <https://doi.org/10.1385/JCD:8:4:415>
- Trang, L. T., Trung, N. N., Chu, D.-T., & Hanh, N. T. H. (2019). Percentage body fat is as a good indicator for determining adolescents who are overweight or obese: A cross-sectional study in Vietnam. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 10(2), 108–114. <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2019.10.2.10>



-
- WHO. (2020a). *Noncommunicable diseases: Childhood overweight and obesity*. Geneva.
- WHO. (2020b). *Obesity and overweight*. Geneva.
- WHO. (2016). *Childhood overweight and obesity*. Geneva.
- WHO. (2013). *Growth references 5-19 years : BMI – for - age (5 – 19 years)*.
- WHO Expert Consultation. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet*, 363(9403), 157–163. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)15268-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)15268-3)

Halaman ini sengaja dikosongkan.