

## RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

# Perbedaan *Basal Metabolic Rate* Berdasarkan Pengukuran dan Formula pada Atlet Bola Basket Remaja Putri Indonesia

## *Comparison between Measured and Predicted Basal Metabolic Rate in Indonesian Adolescent Female Basketball Players*

Mochammad Rizal<sup>1</sup>, Nazhif Gifari<sup>2\*</sup>, Ni Putu Dewi Arini<sup>3</sup><sup>1</sup>Program Studi Dietisien, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul, Kebon Jeruk, Jakarta, Indonesia<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Dietisien, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul, Kebon Jeruk, Jakarta, Indonesia<sup>3</sup>Dietisien Olahraga, Pusat Pembinaan Olahraga Pelajar (PPOP), Jakarta, Indonesia

### INFO ARTIKEL

Received: 27-03-2024

Accepted: 09-09-2024

Published online: 22-11-2024

### \*Koresponden:

Nazhif Gifari

[nazhif.gifari@esaunggul.ac.id](mailto:nazhif.gifari@esaunggul.ac.id)

DOI:

10.20473/amnt.v8i4.2024.567-573

### Tersedia secara online:

[https://e-](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)[journal.unair.ac.id/AMNT](https://e-journal.unair.ac.id/AMNT)

### Kata Kunci:

Metabolisme, BMR, Atlet, Gizi Olahraga, Indonesia

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Penentuan kebutuhan energi yang akurat pada atlet penting untuk menunjang performa olahraga. *Basal Metabolic Rate* (BMR) merupakan komponen terbesar dari *Total Energy Expenditure* (TEE), dan umumnya diukur menggunakan formula estimasi.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil BMR berdasarkan pengukuran *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) dan estimasi formula perhitungan pada atlet bola basket remaja putri di Pusat Pelatihan Olahraga Pelajar (PPOP) Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta.

**Metode:** Sebanyak 12 atlet bola basket remaja putri (14-18 tahun) dilakukan pengukuran BIA untuk mendapatkan hasil BMR dan komposisi tubuh. Hasil BMR dibandingkan dengan 24 formula menggunakan uji *paired t-test*. Rerata selisih dan *effect size* juga dianalisis untuk mengetahui prediksi formula perhitungan terbaik.

**Hasil:** Hasil analisis menunjukkan perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran BMR menggunakan BIA ( $1473,6 \pm 201,2$  kkal) dengan sebagian besar formula ( $p$ -value < 0,05), kecuali *Cunningham* ( $1459,0 \pm 102,1$  kkal), *Harris-Benedict* ( $1441,7 \pm 87,0$  kkal), *IMNA* ( $1398,7 \pm 91,1$  kkal), dan *Kim* ( $1384,3 \pm 69,6$  kkal). Selisih terkecil antara BMR menggunakan BIA dan formula adalah *Cunningham* ( $14,7 \pm 113,3$  kkal) dan *Harris-Benedict* ( $31,9 \pm 116,2$  kkal). Analisis *effect size* mayoritas menunjukkan perbedaan yang besar (>1), sedangkan formula dengan *effect size* terkecil adalah *Cunningham* (0,129) dan *Harris-Benedict* (0,274).

**Kesimpulan:** *Cunningham* dan *Harris-Benedict* merupakan formula yang dapat dijadikan sebagai alternatif estimasi BMR selain menggunakan alat ukur BIA pada atlet bola basket remaja putri di PPOP DKI Jakarta. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode kalorimetri tidak langsung agar pengukuran BMR menjadi lebih akurat. Selain itu, perlu dilakukan penelitian sejenis untuk berbagai populasi atlet cabang olahraga lain di Indonesia dengan jumlah sampel yang lebih banyak.

### PENDAHULUAN

Penentuan kebutuhan energi yang akurat sangat penting bagi atlet. Kecukupan asupan energi berperan dalam menjaga tingkat metabolisme, mendukung fungsi fisiologis, dan meningkatkan performa atlet<sup>1,2</sup>. Komite Olimpiade Internasional menyatakan bahwa kekurangan energi merupakan indikator penting kesehatan dan performa atlet yang kurang baik<sup>3</sup>. Sebagai contoh, atlet perempuan dengan gangguan regulasi hormonal, gangguan menstruasi, kepadatan mineral tulang rendah, dan gangguan metabolisme lainnya yang berkaitan dengan asupan energi yang rendah<sup>4</sup>.

Terdapat tiga komponen *Total Energy Expenditure* (TEE): *Basal Metabolic Rate* (BMR), *Thermic*

*Effect of Food* (TEF), dan Aktivitas Fisik (AF). BMR merupakan kebutuhan energi paling minimal yang dibutuhkan untuk menjaga fungsi vital tubuh seperti pernapasan, kerja jantung, dan suhu tubuh. BMR berkontribusi 60-70% dari TEE pada orang dewasa sehat<sup>5</sup>. Sebagai komponen terbesar TEE, BMR dapat digunakan sebagai indikator kekurangan asupan energi pada seorang atlet<sup>6</sup>. AF merupakan komponen TEE yang paling bervariasi tergantung aktivitas fisik<sup>7</sup>, sehingga perhitungan kebutuhan energi umumnya bergantung pada BMR.

Ada beberapa metode untuk menentukan kebutuhan energi, namun belum ada kesepakatan tentang metode yang paling akurat<sup>8</sup>. Metode yang umum

digunakan untuk mengukur BMR pada ranah klinis maupun penelitian, di antaranya menggunakan kalorimetri tidak langsung, *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA), dan estimasi formula perhitungan<sup>9</sup>. Kalorimetri tidak langsung merupakan metode standar<sup>10</sup>. Namun meskipun valid dan akurat, metode ini membutuhkan biaya yang mahal, tenaga yang terampil, dan masih jarang tersedia di fasilitas pelatihan atlet<sup>11</sup>. Dengan demikian, sebagian besar pengukuran BMR bergantung pada estimasi formula perhitungan<sup>12</sup>.

Untuk menghemat waktu dan biaya, berbagai formula perhitungan dikembangkan untuk memprediksi BMR dengan memasukkan beberapa variabel seperti berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin, dan *Fat-Free Mass* (FFM) menggunakan analisis regresi. Beberapa contoh pengembangan formula perhitungan BMR di antaranya adalah *Harris-Benedict*<sup>13</sup>, *Altman and Dittmer*<sup>14</sup>, *Cunningham*<sup>15</sup>, *Bernstein*<sup>16</sup>, *Roza*<sup>17</sup>, *Owen*<sup>18</sup>, *Mifflin*<sup>19</sup>, *Molnar*<sup>20</sup>, *Henry and Rees*<sup>21</sup>, *Nelson*<sup>22</sup>, *Maffei*<sup>23</sup>, *Liu*<sup>24</sup>, *De Lorenzo*<sup>25</sup>, *Wang*<sup>26</sup>, *Institute of Medicine of the National Academies* (IMNA)<sup>27</sup>, *FAO/WHO/UNU*<sup>28</sup>, *Müller*<sup>29</sup>, *Johnstone*<sup>30</sup>, *Taguchi*<sup>31</sup>, *Kim*<sup>32</sup>, *Jagim*<sup>33</sup>, *Schofield*<sup>34</sup>, dan *Watson*<sup>35</sup>.

Namun, mayoritas dari formula di atas tidak dikembangkan secara spesifik untuk populasi atlet sehingga penerapannya tidak dapat digeneralisasi. Misalnya, ditemukan hasil perhitungan BMR menggunakan formula *Harris-Benedict* pada atlet *ultra endurance*<sup>36</sup>, serta formula *Cunningham* dan *Harris-Benedict* pada atlet dayung dan kano<sup>37</sup> secara signifikan lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran menggunakan kalorimetri tidak langsung. Selain itu, terdapat banyak faktor yang mempengaruhi validitas perhitungan BMR seperti etnis, komposisi tubuh, konsumsi obat-obatan, dan suhu lingkungan<sup>10,34,38</sup>, sehingga akurasinya tidak dapat digeneralisir untuk semua populasi.

Sejauh yang penulis ketahui, belum ada referensi yang membandingkan BMR berdasarkan pengukuran menggunakan BIA dan estimasi formula perhitungan untuk populasi atlet bola basket remaja putri di Indonesia. Terdapat tiga hal yang mendasari pemilihan atlet basket remaja putri sebagai populasi pada penelitian ini. Pertama, penelitian ini fokus pada atlet

bola basket, di mana hal ini berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan populasi atlet pada cabang olahraga lain seperti bela diri<sup>39</sup>, *ultra-endurance*<sup>36</sup>, Tim Nasional Turki<sup>3</sup>, atlet Master<sup>40</sup>, dan pemain sepak bola remaja putra<sup>41</sup>. Fokus pada atlet bola basket penting karena BMR mungkin dapat bervariasi berdasarkan jenis olahraga yang dilakukan. Kedua, penelitian ini fokus pada atlet putri berusia remaja. Hal ini penting karena penelitian tentang BMR pada atlet putri berusia remaja masih jarang dibandingkan dengan atlet putra baik yang berusia remaja maupun dewasa. Hal ini dapat dilihat dari penelitian sebelumnya yang umum menggunakan populasi atlet putra<sup>3,36,40,41</sup>. Terdapat satu penelitian oleh Tortu et.al (2023) yang dilakukan pada atlet perempuan, namun tidak berusia remaja melainkan rerata 23 tahun<sup>39</sup>. Ketiga, penelitian ini dilakukan di Indonesia. Hal ini penting karena etnis merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi BMR<sup>38</sup>, tetapi penelitian tentang BMR pada atlet di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil BMR berdasarkan pengukuran BIA dan estimasi menggunakan formula perhitungan pada atlet bola basket remaja putri di Pusat Pelatihan Olahraga Pelajar (PPOP) Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta.

## METODE

### Desain Penelitian

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi komparatif *cross-sectional*. Penelitian ini membandingkan hasil pengukuran BMR pada atlet bola basket remaja putri menggunakan BIA (*Serenity Ultrasonic Body Fat Analyzer SR-HW05*, Indonesia) dengan estimasi BMR melalui formula perhitungan untuk perempuan dan/atau *unisex*. Formula perhitungan BMR yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Harris-Benedict*, *Altman and Dittmer*, *Cunningham*, *Nelson*, *Bernstein*, *Roza*, *Owen*, *Mifflin*, *Molnar*, *Henry and Rees*, *Maffei*, *Liu*, *De Lorenzo*, *Wang*, IMNA, *FAO/WHO/UNU*, *Müller*, *Müller-FFM*, *Johnstone*, *Taguchi*, *Kim*, *Jagim*, *Schofield*, dan *Watson*. Pemilihan formula-formula tersebut adalah berdasarkan formula yang digunakan pada populasi atlet yang ditemukan pada penelitian-penelitian terdahulu<sup>3,36,39-43</sup>.

**Tabel 1.** Formula Estimasi BMR

Rumus	Perhitungan
<i>Harris-Benedict</i>	$655,1 + [9,56 \times \text{BB (kg)}] + [1,85 \times \text{TB (cm)}] - [4,68 \times \text{usia (thn)}]$
<i>Altman and Dittmer</i>	$[0,788 \times \text{BB (kg)} + 24,11] \times 24$
<i>Cunningham</i>	$500 + 22 \times \text{FFM (kg)}$
<i>Nelson (kJ)</i>	$1114 + [90,4 \times \text{FFM (kg)}] + [13,2 \times \text{FM (kg)}]$
<i>Bernstein</i>	$236,7 + [19,02 \times \text{FFM (kg)}] + [3,72 \times \text{FM (kg)}] - [1,55 \times \text{usia (thn)}]$
<i>Roza</i>	$490,8 - [1,5 \times \text{usia (thn)}] + [45,8 \times \text{FFM (kg)}]$
<i>Owen</i>	$50,4 + [21,1 \times \text{BB (kg)}]$
<i>Mifflin</i>	$[9,99 \times \text{BB (kg)}] + [6,25 \times \text{TB (cm)}] - [5 \times \text{usia (thn)}] - 161$
<i>Molnar (kJ)</i>	$1629,8 + [51,2 \times \text{BB (kg)}] + [24,5 \times \text{TB (cm)}] - [207,5 \times \text{usia (thn)}]$
<i>Henry and Rees</i>	$239 \times [0,084 \times \text{BB (kg)} + 2,122]$
<i>Maffei (kJ)</i>	$1552 + [35,8 \times \text{BB (kg)}] + [15,6 \times \text{TB (cm)}] - [36,3 \times \text{usia (thn)}]$
<i>Liu</i>	$54,34 + [13,88 \times \text{BB (kg)}] + [4,16 \times \text{TB (cm)}] - [3,43 \times \text{usia (thn)}] - 112,40$
<i>De Lorenzo</i>	$-857 + (9,0 \times \text{BB (kg)}) + (11,7 \times \text{TB (cm)})$
<i>Wang</i>	$175 + [24,6 \times \text{FFM (kg)}]$
IMNA	$189 - [17,6 \times \text{usia (thn)}] + [625 \times \text{TB (m)}] + [7,9 \times \text{BB (kg)}]$
FAO/WHO/UNU	$35 + [13,3 \times \text{BB (kg)}] + [3,34 \times \text{TB (cm)}]$

Rumus	Perhitungan
Müller	$[0,047 \times \text{BB (kg)} - 0,01452 \times \text{usia (thn)} + 3,31] \times 1/4,184$
Müller-FFM	$[0,052 \times \text{FFM (kg)} + 0,040 \times \text{FM (kg)} - 0,012 \times \text{usia (thn)} + 2,992] \times 1/4,184$
Johnstone (kJ)	$1613 + 31,6 \times \text{FM (kg)} + 90,2 \times \text{FFM (kg)} - 12,2 \times \text{usia (thn)}$
Taguchi	$5 + [27,5 \times \text{FFM (kg)}]$
Kim	$730,4 + [15 \times \text{FFM (kg)}]$
Jagim	$288 + [21,10 \times \text{BB (kg)}]$
Schofield	$200 + [8,361 \times \text{BB (kg)}] + [4,654 + \text{TB (cm)}]$
Watson	$88,1 + [2,53 \times \text{TB (cm)}] + [18,42 \times \text{BB (kg)}] + [1,46 \times \text{usia (thn)}]$

BB = Berat Badan; kg = kilogram; TB = Tinggi Badan; cm = centimeter; thn = tahun; FFM = *Fat-Free Mass*; FM = *Fat Mass*.

### Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah semua atlet bola basket remaja putri di PPOP DKI Jakarta dengan rentang usia antara 15-18 tahun. Penelitian ini menggunakan metode *total sampling* yang berarti seluruh populasi atlet bola basket remaja putri sebanyak 12 orang diikutsertakan ke dalam penelitian. Hal ini disebabkan karena jumlah atlet bola basket remaja putri di PPOP DKI Jakarta terbatas.

### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua tahap. Pada tahap pertama, atlet menjalani pengukuran BMR menggunakan BIA setelah diistirahatkan dan dalam kondisi berpuasa delapan jam sebelum pengukuran. Atlet diminta untuk mengenakan pakaian seringan mungkin, serta melepaskan jam tangan, perhiasan, dan benda-benda yang dapat menambah berat tubuh atlet saat proses pengukuran. Tahap kedua, peneliti menganalisis estimasi BMR menggunakan formula perhitungan. Data antropometri termasuk usia, berat badan, tinggi badan, dan komposisi tubuh diambil untuk dilakukan estimasi BMR menggunakan formula perhitungan yang telah dipilih. Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT) yang digunakan adalah *cut-off* Asia Pasifik yaitu berat badan kurang ( $<18,5 \text{ kg/m}^2$ ), normal ( $18,5-22,9 \text{ kg/m}^2$ ), berat badan lebih ( $23,0-24,9 \text{ kg/m}^2$ ), dan obesitas ( $>25,0 \text{ kg/m}^2$ ).

### Analisis Data

Analisis terdiri dari dua tahap yaitu analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis univariat digunakan melihat gambaran distribusi dari setiap variabel yang diamati yaitu usia, berat badan, tinggi

badan, IMT, komposisi tubuh termasuk FFM, kadar lemak (%), dan massa lemak (kg). Hasil analisis yang ditampilkan adalah rerata, Simpangan Baku (SB), interval kepercayaan (IK), median, nilai minimal dan nilai maksimal untuk memberikan gambaran umum tentang distribusi data.

Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara dua variabel yaitu BMR pengukuran menggunakan BIA (*Serenity Ultrasonic Body Fat Analyser SR-HW05*, Indonesia) dan BMR estimasi menggunakan formula. Analisis diawali dengan uji normalitas menggunakan *shapiro-wilk test* untuk memastikan bahwa asumsi normalitas data terpenuhi. Uji parametrik *paired t-test* digunakan untuk menganalisis perbedaan kedua variabel. Hasil analisis yang ditampilkan adalah rerata dan SB, dengan tingkat signifikansi statistik yang ditetapkan pada  $p\text{-value} < 0,05$ . Selain itu, analisis rerata selisih antara BMR pengukuran dan BMR estimasi, serta *effect size* juga dilakukan untuk mengetahui prediksi formula perhitungan terbaik. Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Statistical Program for Social Science* (SPSS 27, IBM).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan karakteristik atlet bola basket remaja putri di PPOP DKI Jakarta. Karakteristik yang dianalisis meliputi usia, berat badan, tinggi badan, IMT, IMT/U z-score, FFM, kadar lemak (%), dan massa lemak (kg). IMT rata-rata adalah  $21,1 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$  dengan IMT/U z-score  $0,4 \pm 2,3$  yang menunjukkan bahwa mayoritas atlet berada dalam kategori status gizi baik. Selain itu, FFM rata-rata mencapai  $43,6 \pm 4,6 \text{ kg}$ , sementara kadar lemak tubuh rata-rata adalah  $24,6 \pm 4,3\%$ , yang mencerminkan komposisi tubuh yang cukup baik untuk atlet remaja putri.

**Tabel 2.** Karakteristik Atlet Bola Basket Remaja Putri di PPOP DKI Jakarta

Variabel	Rerata $\pm$ SB	Median	Minimal	Maksimal
Usia (tahun)	16,2 $\pm$ 1,1	16	14	18
Berat badan (kg)	58,1 $\pm$ 8,4	59,2	43,1	70,7
Tinggi badan (cm)	165,6 $\pm$ 5,2	165,0	157,0	173,9
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	21,1 $\pm$ 2,3	21,4	17,5	25,0
IMT/U z-score	0,4 $\pm$ 2,3	0,5	-1,3	1,3
FFM (kg)	43,6 $\pm$ 4,6	44,0	35,0	51,6
Kadar lemak (%)	24,6 $\pm$ 4,3	23,9	18,8	31,3
Massa lemak (kg)	14,6 $\pm$ 4,4	14,6	8,1	22,1

SB = Simpangan Baku; kg = kilogram; cm = centimeter; IMT = Indeks Massa Tubuh; kg/m<sup>2</sup> = kilogram per meter persegi; IMT/U = Indeks Massa Tubuh Menurut Umur; FFM = *Fat-Free Mass*.

Tabel 3 menyajikan analisis perbedaan BMR antara pengukuran menggunakan BIA dan estimasi menggunakan berbagai formula perhitungan. Hasil menunjukkan bahwa terdapat variasi yang signifikan

dalam estimasi BMR antara pengukuran BIA dan berbagai formula perhitungan. Rerata BMR yang diukur menggunakan BIA adalah  $1473,6 \pm 201,2 \text{ kkal}$ . Selanjutnya, hasil estimasi BMR menggunakan berbagai

formula perhitungan menunjukkan variasi yang signifikan dalam nilai rerata BMR, yang berkisar dari 1095,0±100,6 hingga 2463,0±212,0

**Tabel 3.** Analisis Perbedaan BMR Menggunakan BIA dan Formula Estimasi pada Atlet Bola Basket Remaja Putri di PPOP DKI Jakarta

BMR	Rerata±SB	p-value	Selisih±SB	Effect Size
Pengukuran BIA	1473,6±201,2			
Harris-Benedict	1441,7±87,0	0,384	31,9±116,2	0,274
Altman & Dittmer	1678,6±159,5	<0,001*	-205,0±49,0	-4,183
Cunningham	1459,0±102,1	0,677	14,7±113,3	0,129
Nelson	1254,0±111,0	<0,001*	219,7±101,5	2,164
Bernstein	1095,0±100,6	<0,001*	378,7±108,6	3,487
Roza	2463,0±212,0	<0,001*	-989,3±79,7	-12,415
Owen	1277,7±178,0	<0,001*	196,0±35,8	5,474
Mifflin	1374,1±110,0	0,007*	99,5±98,0	1,016
Molnar	1268,4±125,4	<0,001*	205,2±106,1	1,935
Henry and Rees	1674,9±169,3	<0,001*	-201,2±41,5	-4,850
Maffeis	1345,6±86,0	0,005*	128,0±119,0	1,076
Liu	1382,6±133,4	0,002*	91,0±73,6	1,236
De Lorenzo	1603,9±128,6	<0,001*	-130,2±90,2	-1,444
Wang	1274,3±114,2	<0,001*	226,3±104,7	2,162
IMNA	1398,7±91,1	0,064	75,0±119,2	0,629
FAO/WHO/UNU	1361,7±126,0	<0,001*	112,0±79,8	1,404
Müller	1388,3±83,8	0,027*	85,3±109,2	0,781
Müller-FFM	1349,8±92,4	0,004*	123,8±110,7	1,118
Johnstone	1388,1±125,8	0,007*	85,5±83,9	1,019
Taguchi	1203,7±127,6	<0,001*	270,0±95,9	2,815
Kim	1384,3±69,6	0,059	89,3±139,2	0,642
Jagim	1515,3±178,0	0,003*	-41,6±35,8	-1,162
Schofield	1687,2±142,6	<0,001*	-213,6±63,7	-3,352
Watson	1602,1±166,2	<0,001*	-128,4±44,9	-2,860

SB = Simpangan Baku; BMR = Basal Metabolic Rate; BIA = Bioelectrical Impedance Analysis; IMNA = Institute of Medicine of the National Academies; FAO = Food and Agriculture Organization; WHO = World Health Organization; UNU = United Nation University; FFM = Fat-Free Mass; \* = signifikan dengan uji statistik paired t-test (p-value<0,05).

Analisis bivariat menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil BMR menggunakan pengukuran BIA dengan sebagian besar formula (p-value<0,05). Namun, beberapa formula, seperti *Cunningham* (1459,0±102,1 kkal), *Harris-Benedict* (1441,7±87,0 kkal), *IMNA* (1398,7±91,1 kkal), dan *Kim* (1384,3±69,6 kkal) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan BMR yang diukur menggunakan BIA (p-value>0,05). Selisih antara BMR yang diukur menggunakan BIA dan estimasi BMR dari formula perhitungan berkisar dari -989,3±79,7 hingga 378,7±108,6. Selisih terkecil antara BMR yang diukur menggunakan BIA dan estimasi BMR dari berbagai formula perhitungan adalah *Cunningham* (14,7±113,3 kkal) dan *Harris-Benedict* (31,9±116,2 kkal). Analisis effect size juga menunjukkan variasi dalam besarnya perbedaan antara BMR yang diukur dan formula, dengan mayoritas menunjukkan perbedaan yang besar (>1). Effect size yang menunjukkan perbedaan terkecil adalah formula *Cunningham* (0,129) dan *Harris-Benedict* (0,274).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil BMR berdasarkan pengukuran menggunakan BIA dan estimasi menggunakan formula perhitungan pada atlet bola basket remaja putri di PPOP DKI Jakarta. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa formula *Cunningham* memberikan estimasi terbaik, diikuti dengan formula *Harris-Benedict* pada populasi yang diteliti. Hal ini sejalan dengan *The American College*

*of Sports Medicine* (ACSM) *Position Stand* tentang gizi dan aktivitas fisik yang menyatakan bahwa *Cunningham* dan *Harris-Benedict* merupakan formula yang direkomendasikan untuk memperkirakan BMR pada populasi atlet<sup>44</sup>. Sedangkan, 20 dari 24 formula yang dianalisis menunjukkan hasil BMR yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan hasil BMR menggunakan pengukuran BIA.

Meskipun *Cunningham* pada awalnya dikembangkan untuk populasi umum non-atlet<sup>45</sup>, namun formula ini menunjukkan hasil yang memiliki akurasi tinggi dalam memprediksi BMR pada populasi atlet, baik atlet putra maupun putri<sup>36,40,42,45,46</sup>. Lebih spesifik, *Jagim et al.* (2018)<sup>33</sup> menyatakan bahwa *Cunningham* merupakan formula yang paling akurat dalam memprediksi BMR pada populasi atlet putri. Salah satu faktor penyebab formula *Cunningham* memiliki akurasi yang tinggi adalah karena formula ini mempertimbangkan FFM di dalam perhitungannya. FFM memiliki peran yang penting dalam memprediksi BMR<sup>46</sup>. FFM merupakan bagian tubuh yang aktif secara metabolik meliputi massa tulang, massa otot, dan organ, di mana bagian-bagian tubuh ini memiliki kontribusi terhadap angka BMR<sup>47</sup>. *Harris-Benedict*, yang merupakan salah satu formula paling banyak digunakan, memiliki akurasi tertinggi kedua setelah *Cunningham* pada penelitian ini. Formula *Harris-Benedict*<sup>13</sup> awalnya dikembangkan pada tahun 1918 berdasarkan populasi



laki-laki dan perempuan dengan berat badan normal. Formula ini memasukkan variabel tinggi badan seperti tinggi badan, berat badan, usia, dan jenis kelamin yang semuanya terbukti berkorelasi dengan BMR<sup>25,48,49</sup>.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, pengukuran BMR menggunakan BIA bukan merupakan metode standar untuk mengukur BMR. Penelitian terdahulu menggunakan kalorimetri tidak langsung sebagai metode standar yang valid dan akurat untuk mengukur BMR<sup>3,36,39-43</sup>. Penggunaan BIA sebagai acuan BMR kemungkinan dapat memberikan hasil yang *bias*, sama seperti hasil pengukuran komposisi tubuh yang seringkali *under* estimasi maupun *over* estimasi<sup>50,51</sup>. Selain itu, penelitian ini juga memiliki jumlah responden yang terbatas sehingga tidak dapat dilakukan uji regresi. Analisis regresi penting untuk mengetahui adanya variabel pengganggu (*confounding*). Sebagai contoh, asupan makanan dan zat gizi, terutama protein dan karbohidrat, sebelum pengukuran BIA dapat memengaruhi hasil BMR<sup>52</sup>. Terlepas dari keterbatasan ini, penelitian ini memberikan wawasan berharga mengenai perbedaan antara metode pengukuran BMR.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *Cunningham* dan *Harris-Benedict* merupakan formula yang dapat dijadikan sebagai alternatif estimasi BMR selain menggunakan alat ukur BIA pada atlet bola basket remaja putri di PPOP DKI Jakarta. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan kalorimetri tidak langsung agar pengukuran BMR menjadi lebih akurat. Selain itu, perlu dilakukan penelitian sejenis untuk berbagai populasi atlet cabang olahraga lain di Indonesia dengan jumlah sampel yang lebih banyak guna meningkatkan generalisasi hasil penelitian mengenai kebutuhan energi di berbagai cabang olahraga.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PPOP DKI Jakarta, Coach Tjejep Firmansyah (Pelatih Bola Basket Putri), Atlet Bola Basket Putri, Akbar Ramdan Listiano dan Dian Adinda (Pembimbing Lapangan), serta Prita Delvia Yollanda, Hartini, Andin Putri Kumalajati, dan Paula Helena Carolina Effendi (Mahasiswa Profesi Dietisien Universitas Esa Unggul).

#### KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki *conflict of interest* terhadap artikel ini. Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan.

#### KONTRIBUSI PENULIS

MR: bertanggung jawab atas penulisan artikel, perumusan masalah, analisis dan interpretasi data, persiapan draf manuskrip, serta revisi; NG: melakukan supervisi dan bimbingan dalam analisis dan interpretasi data, memberikan kritik, masukan, serta saran untuk penulisan manuskrip dan revisi; NPDA: melakukan supervisi dan bimbingan dalam analisis dan interpretasi data, memberikan kritik, masukan, serta saran untuk penulisan manuskrip dan revisi.

#### REFERENSI

1. Martinho, D., Naughton, R., Faria, A., Rebelo, A. & Sarmiento, H. Predicting resting energy expenditure among athletes: a systematic review. *Biol. Sport* **40**, 787–804 (2023). Doi: 10.5114/biolsport.2023.119986
2. Loucks, A. B., Kiens, B. & Wright, H. H. Energy availability in athletes. *Journal of Sports Sciences* **29**, S7–S15 (2011). Doi: 10.1080/02640414.2011.588958
3. Balci, A. *et al.* Current predictive resting metabolic rate equations are not sufficient to determine proper resting energy expenditure in olympic young adult national team athletes. *Front. Physiol.* **12**, 625370 (2021). Doi: 10.3389/fphys.2021.625370
4. Mountjoy, M. *et al.* International Olympic Committee (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **28**, 316–331 (2018). Doi: 10.1123/ijnsnem.2018-0136
5. Marra, M. *et al.* Accuracy of predictive equations for estimating resting energy expenditure in obese adolescents. *The Journal of Pediatrics* **166**, 1390-1396.e1 (2015). Doi: 10.1016/j.jpeds.2015.03.013
6. Staal, S., Sjödin, A., Fahrenholtz, I., Bonnesen, K. & Melin, A. K. Low RMRratio as a surrogate marker for energy deficiency, the choice of predictive equation vital for correctly identifying male and female ballet dancers at risk. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* **28**, 412–418 (2018). Doi: 10.1123/ijnsnem.2017-0327
7. Westerterp, K. R. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. *Front. Physiol.* **4**, (2013). Doi: 10.3389/fphys.2013.00090
8. Pinheiro Volp, A. C., Esteves de Oliveira, F. C., Duarte Moreira Alves, R., Esteves, E. A. & Bressan, J. Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutr Hosp* **26**, 430–440 (2011). Doi: 10.1590/S0212-16112011000300002
9. Sabounchi, N. S., Rahmandad, H. & Ammerman, A. Best-fitting prediction equations for basal metabolic rate: informing obesity interventions in diverse populations. *Int J Obes* **37**, 1364–1370 (2013). Doi: 10.1038/ijo.2012.218
10. Delsoglio, M., Achamrah, N., Berger, M. M. & Pichard, C. Indirect calorimetry in clinical practice. *JCM* **8**, 1387 (2019). Doi: 10.3390/jcm8091387
11. Ndahimana, D. & Kim, E.-K. Measurement methods for physical activity and energy expenditure: a review. *Clin Nutr Res* **6**, 68 (2017). Doi: 10.7762/cnr.2017.6.2.68
12. Frankenfield, D. C., Rowe, W. A., Smith, J. S. & Cooney, R. N. Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. *Journal of the American Dietetic Association* **103**, 1152–1159 (2003). Doi: 10.1016/s0002-8223(03)00982-9

13. Harris, J. A. & Benedict, F. G. A Biometric study of human basal metabolism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **4**, 370–373 (1918). Doi: 10.1073/pnas.4.12.370
14. Finan, K., Larson, D. E. & Goran, M. I. Cross-validation of prediction equations for resting energy expenditure in young, healthy children. *Journal of the American Dietetic Association* **97**, 140–145 (1997). Doi: 10.1016/S0002-8223(97)00039-4
15. Cunningham, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *The American Journal of Clinical Nutrition* **33**, 2372–2374 (1980). Doi: 10.1093/ajcn/33.11.2372
16. Bernstein, R. *et al.* Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. *The American Journal of Clinical Nutrition* **37**, 595–602 (1983). Doi: 10.1093/ajcn/37.4.595
17. Roza, A. M. & Shizgal, H. M. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *The American Journal of Clinical Nutrition* **40**, 168–182 (1984). Doi: 10.1093/ajcn/40.1.168
18. Owen, O. *et al.* A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *The American Journal of Clinical Nutrition* **44**, 1–19 (1986). Doi: 10.1093/ajcn/44.1.1
19. Mifflin, M. *et al.* A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition* **51**, 241–247 (1990). Doi: 10.1093/ajcn/51.2.241
20. Molnár, D., Jeges, S., Erhardt, E. & Schutz, Y. Measured and predicted resting metabolic rate in obese and nonobese adolescents. *The Journal of Pediatrics* **127**, 571–577 (1995). Doi: 10.1016/S0022-3476(95)70114-1
21. Henry, C. J. & Rees, D. G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr* **45**, 177–185 (1991).
22. Nelson, K., Weinsier, R., Long, C. & Schutz, Y. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass. *The American Journal of Clinical Nutrition* **56**, 848–856 (1992). Doi: 10.1093/ajcn/56.5.848
23. Maffei, C., Schutz, Y., Micciolo, R., Zocante, L. & Pinelli, L. Resting metabolic rate in six- to ten-year-old obese and nonobese children. *The Journal of Pediatrics* **122**, 556–562 (1993). Doi: 10.1016/S0022-3476(05)83535-8
24. Liu, H.-Y., Lu, Y.-F. & Chen, W.-J. Predictive equations for basal metabolic rate in Chinese adults. *Journal of the American Dietetic Association* **95**, 1403–1408 (1995). Doi: 10.1016/S0002-8223(95)00369-X
25. De Lorenzo, A. *et al.* A new predictive equation to calculate resting metabolic rate in athletes. *J Sports Med Phys Fitness* **39**, 213–219 (1999).
26. Wang, Z. *et al.* Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* **279**, E539–E545 (2000). Doi: 10.1152/ajpendo.2000.279.3.E539
27. Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., Poos, M., & Food and nutrition board of the institute of medicine, the national academies. dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *J Am Diet Assoc* **102**, 1621–1630 (2002). Doi: 10.1016/S0002-8223(02)90346-9
28. FAO/WHO/UNU. Human energy requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. *Food Nutr Bull* **26**, 166 (2005).
29. Müller, M. J. *et al.* World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr* **80**, 1379–1390 (2004). Doi: 10.1093/ajcn/80.5.1379
30. Johnstone, A. M., Rance, K. A., Murison, S. D., Duncan, J. S. & Speakman, J. R. Additional anthropometric measures may improve the predictability of basal metabolic rate in adult subjects. *Eur J Clin Nutr* **60**, 1437–1444 (2006). Doi: 10.1038/sj.ejcn.1602477
31. Taguchi, M., Ishikawa-Takata, K., Ouchi, S. & Higuchi, M. Validity of prediction equation of basal metabolic rate based on fat-free mass in Japanese female athletes. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* **60**, 423–432 (2011). Doi: 10.7600/jspfsm.60.423
32. Kim, J.-H., Kim, M.-H., Kim, G.-S., Park, J.-S. & Kim, E.-K. Accuracy of predictive equations for resting metabolic rate in Korean athletic and non-athletic adolescents. *Nutr Res Pract* **9**, 370–378 (2015). Doi: 10.4162/nrp.2015.9.4.370
33. Jagim, A. R. *et al.* Accuracy of resting metabolic rate prediction equations in athletes. *J Strength Cond Res* **32**, 1875–1881 (2018). Doi: 10.1519/JSC.0000000000002111
34. Schofield, K. L., Thorpe, H. & Sims, S. T. Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. *Exp Physiol* **104**, 469–475 (2019). Doi: 10.1113/EP087512
35. Watson, A. D. *et al.* Determining a resting metabolic rate prediction equation for collegiate female athletes. *J Strength Cond Res* **33**, 2426–2432 (2019). Doi: 10.1519/JSC.0000000000002856
36. Devrim Lanpir, A., Kocahan, T., Deliceoğlu, G., Tortu, E. & Bilgic, P. Is there any predictive equation to determine resting metabolic rate in ultra-endurance athletes? *Progress in Nutrition* **21**, 25–33 (2019). Doi: 10.23751/pn.v21i1.8052
37. Carlsohn, A., Scharhag-Rosenberger, F., Cassel, M. & Mayer, F. Resting metabolic rate in elite rowers and canoeists: difference between indirect calorimetry and prediction. *Ann Nutr Metab* **58**, 239–244 (2011). Doi: 10.1159/000330119

38. Reneau, J., Obi, B., Moosreiner, A. & Kidambi, S. Do we need race-specific resting metabolic rate prediction equations? *Nutr Diabetes* **9**, 21 (2019). Doi: 10.1038/s41387-019-0087-8
39. Tortu, E., Birol, A. & Aksari, M. Evaluation of different equations for resting metabolic rate prediction in female combat sports athletes. *Monten. J. Sports Sci. Med.* **12**, 41–48 (2023). Doi: 10.26773/mjssm.230906
40. Frings-Meuthen, P. *et al.* Resting energy expenditure of master athletes: accuracy of predictive equations and primary determinants. *Front. Physiol.* **12**, 641455 (2021). Doi: 10.3389/fphys.2021.641455
41. Łuszczki, E. *et al.* Resting energy expenditure of physically active boys in southeastern Poland—the accuracy and validity of predictive equations. *Metabolites* **10**, 493 (2020). Doi: 10.3390/metabo10120493
42. Oliveira, T. M. *et al.* Predictive equations for resting metabolic rate are not appropriate to use in Brazilian male adolescent football athletes. *PLoS ONE* **16**, e0244970 (2021). Doi: 10.1371/journal.pone.0244970
43. Lee, S., Moto, K., Oh, T. & Taguchi, M. Comparison between predicted and measured resting energy expenditures in Korean male collegiate soccer players. *Phys Act Nutr* **26**, 025–031 (2022). Doi: 10.20463/pan.2022.0015
44. Thomas, D. T., Erdman, K. A. & Burke, L. M. Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **116**, 501–528 (2016). Doi: 10.1016/j.jand.2015.12.006
45. Thompson, J. & Manore, M. M. Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. *Journal of the American Dietetic Association* **96**, 30–34 (1996). Doi: 10.1016/S0002-8223(96)00010-7
46. Ten Haaf, T. & Weijts, P. J. M. Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18–35 years: confirmation of Cunningham equation and an improved weight-based alternative. *PLoS ONE* **9**, e108460 (2014). Doi: 10.1371/journal.pone.0108460
47. Heymsfield, S. B. *et al.* Body-size dependence of resting energy expenditure can be attributed to nonenergetic homogeneity of fat-free mass. *Am J Physiol Endocrinol Metab* **282**, E132–138 (2002). Doi: 10.1152/ajpendo.2002.282.1.E132
48. Cunningham, J. J. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* **54**, 963–969 (1991). Doi: 10.1093/ajcn/54.6.963
49. de Oliveira, E. P., Orsatti, F. L., Teixeira, O., Maestá, N. & Burini, R. C. Comparison of predictive equations for resting energy expenditure in overweight and obese adults. *J Obes* **2011**, 534714 (2011). Doi: 10.1155/2011/534714
50. Sun, G. *et al.* Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *The American Journal of Clinical Nutrition* **81**, 74–78 (2005). Doi: 10.1093/ajcn/81.1.74
51. Ugras, S. Evaluating of altered hydration status on effectiveness of body composition analysis using bioelectric impedance analysis. *Libyan Journal of Medicine* **15**, 1741904 (2020). Doi: 10.1080/19932820.2020.1741904
52. Madzima, T. A., Panton, L. B., Fretti, S. K., Kinsey, A. W. & Ormsbee, M. J. Night-time consumption of protein or carbohydrate results in increased morning resting energy expenditure in active college-aged men. *Br J Nutr* **111**, 71–77 (2014). Doi: 10.1017/S000711451300192X