

KETERBATASAN PENGGUNAAN LINGKARAN LENGAN ATAS DALAM MEMONITOR STATUS GIZI WANITA HAMIL BERISIKO TINGGI MELAHIRKAN BAYI BERAT LAHIR RENDAH

Jajah K. Husaini¹, Mahdin A. Husaini¹, M. Syarkani Musa²

LIMITATION OF THE USE OF MID UPPER ARM CIRCUMFERENCE (MUAC) TO MONITOR MATERNAL NUTRITION OF WOMEN AT RISK IN DELIVERING LOW BIRTH WEIGHT

Abstract. Many studies have developed nutritional indicators for purposes of predicting maternal outcomes. Mid upper arm circumference (MUAC) as an indicator is beginning to gain attention. The study was designed to assess the use of MUAC for monitoring of pregnancy and identifying women at risk of having low birth weight. The study was carried out in middle-lower socio-economic population in Bogor, West Java. Data was collected each month from identification until delivery and neonatal data was collected at birth. The study reveals that MUAC was relatively stable during pregnancy, and its measurement is independent of gestational age. Therefore, MUAC may not be useful as a monitoring tool. On the other hand, the median curve of MUAC during pregnancy for the women delivering adequate birth weight infants (≥ 2500 g) was consistently above the curve of the women delivering low birth weight infants (< 2500 g). In addition MUAC had a significant associated with low birth weight (LBW). Accordingly, MUAC appeared to be a potential tool for screening high risk women delivering low birth weight infants. After adjusting with height, the OR was 1.73 for arm circumference of 22.5 cm, and OR was 1.84 for arm circumference of 23.7 cm. In field application, for screening purposes one of these cut off points can be used either 22.5 cm or 23.7 cm. In population with high rate of malnutrition, a lower cut off point should be taken, otherwise too many women identified as high risk, and this is impractical for program development.

Keywords: pregnancy, indicators, low birth weight, Mid upper arm circumference.

PENDAHULUAN

Lingkar lengan atas (LILA) sudah digunakan secara umum untuk mengidentifikasi Kurang Gizi pada anak di negara-negara sedang berkembang^(1,2), khususnya di Indonesia juga digunakan untuk menjangkau ibu hamil yang berpotensi terhadap kemungkinan melahirkan bayi berat lahir rendah (BBLR).

Dibandingkan dengan indikator antropometri lainnya, LILA paling praktis penggunaannya di lapangan, dan oleh sebab itu beberapa penelitian merekomendasikan LILA perlu diteliti lebih lanjut

untuk dapat digunakan dalam memprediksi hasil kehamilan^(3,4,5). Di Indonesia, LILA dengan *cut off point* 22,5 cm dipergunakan untuk menjangkau ibu hamil yang berisiko melahirkan bayi BBLR (< 2500 g).

Indikator antropometri lain misalnya tinggi badan, berat badan, penambahan berat badan telah digunakan sebagai proksi status kesehatan dan proksi keadaan gizi wanita hamil yang secara langsung maupun tidak langsung berpotensi dapat digunakan untuk memprediksi hasil kehamilan, terutama dalam hubungannya dengan berat bayi baru lahir^(6, 7, 8). Hasil penelitian yang akan diuraikan di bawah

¹ Puslitbang Gizi dan Makanan Badan Litbangkes.

² Lab. Biometrik FMIPA Institut Pertanian Bogor.

ini adalah untuk menggambarkan sampai seberapa jauh LILA berguna dan efisien sebagai alat untuk memprediksi status bayi khususnya berat bayi lahir rendah (BBLR).

METODE

Lokasi dan Subyek Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap 1332 wanita hamil di 13 desa di Kota dan Kabupaten Bogor. Pemilihan desa ditentukan berdasarkan kepadatan penduduk, jumlah pasangan usia subur (PUS), dan letak desa dapat dijangkau oleh tim peneliti. Di setiap desa, data awal dikumpulkan dari semua wanita hamil trimester pertama, seterusnya pada setiap bulan dilakukan pemeriksaan kesehatan dan diukur antropometrinya sampai bulan sebelum ia melahirkan. Bayi yang baru lahir diukur berat badan (BB) dan panjang badan (PB).

Cara Pengumpulan Data

Data dikumpulkan di pusat lokasi Posyandu, kantor kelurahan, rumah kader, atau rumah salah satu subyek yang diteliti. Wanita hamil datang ke pusat lokasi untuk pemeriksaan kesehatan antenatal, pemeriksaan kadar hemoglobin, pengukuran antropometri, dan interview. Data yang dikumpulkan di rumah adalah berat dan panjang badan bayi baru lahir. Sebanyak 47 pusat lokasi terdistribusi di 13 desa dan dekat dengan rumah penduduk dijadikan tempat pemeriksaan kesehatan wanita hamil agar semua subyek dapat dengan mudah akses ke tempat pengukuran. Pemilihan lokasi dan volunteer yang membantu pengumpulan data diatur oleh pimpinan desa setempat, sebelumnya dilakukan pertemuan masyarakat tentang kegiatan dan diterangkan tentang maksud dilakukannya penelitian oleh tim peneliti.

Data dikumpulkan secara parallel oleh 8 sub-tim yang tiap sub-tim terdiri

dari tiga orang yaitu ahli gizi, bidan dan teknisi. Ahli gizi berfungsi sebagai koordinator dan melakukan interview sosek, kesehatan dan lingkungan; bidan untuk melakukan pemeriksaan klinis; dan tenaga teknis untuk melakukan pengukuran antropometri. Petugas Puskesmas dan kader setempat memberikan bimbingan dan motivasi agar subyek selalu datang pada pemeriksaan setiap bulan, dan melaporkan segera kelahiran dalam jangka waktu tidak lebih dari 2 kali 24 jam.

Variabel

Data dikumpulkan mulai saat wanita hamil diidentifikasi sebagai subyek yang diteliti, dan berikutnya setiap bulan sampai ia melahirkan. Pada kunjungan pertama, data yang dikumpulkan adalah umur subyek, umur kehamilan, antropometri, kadar hemoglobin, tekanan darah, pendidikan dan pekerjaan wanita hamil dan suami. Umur kehamilan ditentukan berdasarkan periode menstruasi haid terakhir dan pemeriksaan fundus uteri. Pada setiap bulan berikutnya dilakukan pengukuran lingkaran lengan atas (LILA), berat badan (BB), tinggi badan (TB), dan kadar hemoglobin menggunakan tehnik cyanmethemoglobin. Tidak lebih dari 2 kali 24 jam sesudah melahirkan, data yang dikumpulkan meliputi tipe persalinan, tempat dan penolong persalinan, jenis kelamin, berat badan dan panjang badan bayi.

Penggunaan alat-alat antropometri dan cara pengukurannya dilakukan sesuai dengan teknik yang dikembangkan oleh Jelliffe⁽⁹⁾. Alat-alat antropometri sebelum digunakan distandardisasi, sedangkan para petugas diuji lebih dahulu ketrampilannya. Dengan demikian dapat diketahui ketepatan petugas dalam melakukan pengukuran antropometri, dan ketelitian hasil kerjanya.

Pengukuran LILA dilaksanakan menggunakan *flexible insert tape* (60 cm* 0,1 cm). *Tape* ini dilingkarkan pada pertengahan lengan atas sebelah kiri, dan tangan dalam keadaan tergantung bebas. Berat bayi lahir diukur menggunakan *Scale Beam Balance* (25 kg* 0,01 kg), dan pengukuran panjang badan bayi baru lahir dilakukan dengan menggunakan alat pengukur panjang badan terbuat dari kayu (100 cm* 0,1 cm), yang telah distandardisasi

Pengolahan Data

Data dianalisis menggunakan SAS (*Statistical Analysis System*)⁽¹⁰⁾ melalui beberapa tingkatan mulai dengan skrening, mendeteksi *errors* dan *outliers*, dilanjutkan dengan analisis statistik nilai tengah dan rata-rata, standar deviasi, persentil untuk data *continues*, frekwensi dan proporsi dari setiap tingkat kategori. Terhadap data longitudinal LILA dilakukan analisis persentil (5th, 10th, 25th, 50th, 75th, dan 95th) terhadap umur kehamilan. Kemudian dibuat pola kurve pada kondisi yang berbeda yaitu wanita yang melahirkan bayi BBLR (<2500 g) versus wanita yang melahirkan bayi non-BBLR (>= 2500 g). Langkah selanjutnya adalah mengestimasi faktor-faktor penyerta (*confounding/modifier*). Nilai *odds ratio* LILA dikalkulasi untuk setiap strata, dan Breslow-Day Chi-Square digunakan untuk menguji homogenitas OR antar strata. Teknik analisis ini dilakukan mengikuti cara-cara yang dikembangkan oleh WHO dalam Secondary Data Analysis of Existing Data Bases on Maternal Anthropometry, Geneva 2001⁽¹¹⁾.

HASIL

Latar Belakang Sosio-ekonomi

Subyek yang diteliti berlatar-belakang sosio-ekonomi menengah ke bawah. Persentase terbesar kepala keluarga

(suami) adalah pegawai negeri (52,0%), sisanya terdiri dari pekerja swasta seperti tukang kayu, buruh pabrik, petani, pedagang kecil dan pedagang keliling. Sebagian besar wanita hamil yang diteliti berumur pada umur produktif, yaitu 65,4% berumur antara 20–29 tahun, 20,8% antara 30-39 tahun, 11,6% berumur 15 – 19 tahun, dan 2,1% di atas 40 tahun.

Pendidikan suami pada umumnya lebih tinggi dari isteri. Proporsi tertinggi pendidikan suami adalah 9-10 tahun sekolah (tamat SMP), dan isteri 6-8 tahun sekolah (tamat SD). Proporsi suami yang tidak menamatkan SMP adalah 21,3% dan isteri 39,1%. Gambaran yang berbeda antara suami dan isteri juga tampak pada jumlah yang tamat Akademi/Universitas. Suami yang tamat Akademi/Universitas adalah 2,6%, sedangkan isteri hanya 0,5%.

Karakteristik wanita hamil yang diteliti

Pada umumnya wanita hamil yang diteliti sebanyak 95,5% (N=1272) mempunyai tinggi badan (TB) antara 145-159 cm. Sebanyak 21,8% (N=290) mempunyai TB <= 145 cm, dan hanya 2,0% (N=27) dengan TB <140 cm. Sedangkan wanita hamil dengan TB >= 160 cm sebanyak 2,0% (N=27). Tinggi badan rata-rata wanita hamil adalah 149,5 cm dengan simpang baku 4,97cm, dan median 149,3 cm. Gambaran lengkap keadaan TB wanita hamil yang diteliti dapat dilihat dalam Tabel 1.

Dari 1332 wanita hamil sebanyak 27,0% (N=359) belum pernah melahirkan (paritas 0), sedangkan wanita hamil dengan paritas >= 5 (*grande multi*) terdapat 17,5% (N=232). Dari wanita *grande multi* ini ternyata 7,3% (N=97) telah berumur di atas 35 tahun. Gambaran secara lengkap hubungan umur dan paritas dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 3 memberikan gambaran tentang berat bayi lahir yang dikelompokkan menurut umur kehamilan. Bayi yang dilahirkan dengan umur kehamilan kurang dari 37 minggu disebut preterm (tidak cukup bulan), sedangkan bayi yang dilahir-

kan dengan umur kehamilan lebih dari 36 minggu disebut aterm (cukup bulan). Ditemukan dalam penelitian ini sebanyak 27,7% (N=369) bayi lahir preterm dan sebanyak 72,3% (N=963) bayi lahir aterm. Dari 1332 bayi ternyata berat bayi lahir

Tabel 1. Distribusi wanita hamil menurut kelompok tinggi badan

Tinggi Badan (cm)	Jumlah	
	(n)	(%)
134-135	3	0,2
136-137	8	0,6
138-138	16	1,2
140-141	50	3,7
142-143	81	6,0
144-145	134	10,0
146-147	188	14,1
148-149	210	15,7
150-151	231	17,3
152-153	174	12,9
154-155	115	9,2
156-157	66	4,9
158-159	29	2,1
160-161	14	1,0
162-163	7	0,5
164-165	3	0,3
166-167	2	0,2
≥168	1	0,1
Jumlah	1332	100,0

Tabel 2. Jumlah wanita hamil menurut umur dan paritas

Umur (tahun)	Jumlah paritas						Jumlah	
	0	I	II	III	IV	≥ V	n	%
<20	152	38	2	1	0	0	193	14,5
20-24	179	182	122	53	20	7	563	42,2
25-29	23	40	72	70	45	47	297	22,4
30-34	5	9	19	15	35	99	182	13,6
35-39	0	0	3	2	11	57	73	5,5
≥ 40	0	0	1	0	1	22	24	1,8
Jumlah	359	269	219	141	112	232	1332	100,0

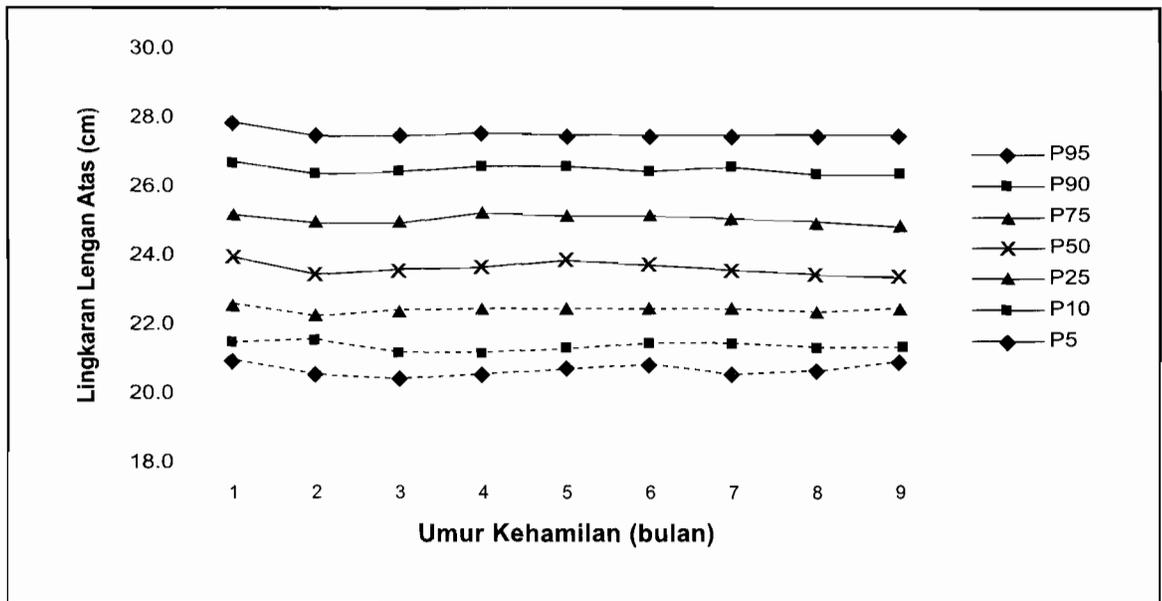
Tabel 3. Distribusi bayi menurut berat badan lahir dan umur kehamilan

Umur kehamilan (minggu)	Berat lahir				Jumlah	
	< 2500 g		≥ 2500 g		(n)	(%)
	(n)	(%)	(n)	(%)		
29-32	12	8,7	10	0,8	22	1,6
33-36	60	43,5	287	24,0	347	26,1
37-40	60	43,5	703	58,9	763	57,3
> 40	6	4,3	194	16,3	200	15,0
Jumlah	138	100,0	1194	100,0	1332	100,0

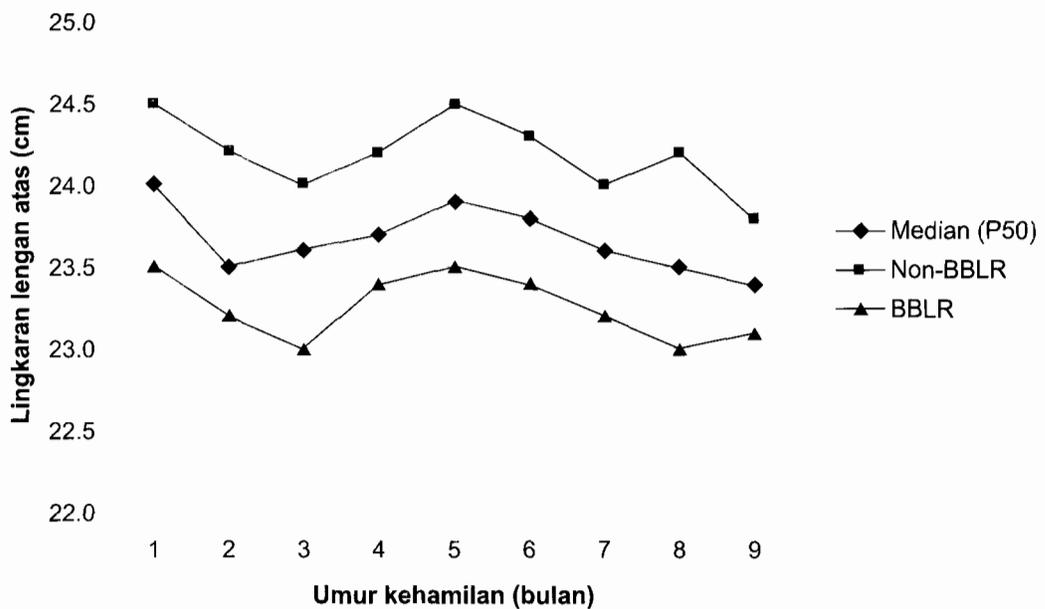
rata-rata adalah 2939 ± 414 g. Untuk kelompok bayi dengan berat bayi lahir <2500 g dan ≥ 2500 g, rata-ratanya masing-masing 2246 ± 227 g dan 3050 ± 335 g.

Sebanyak 89,6% (N=1194) bayi dilahirkan dengan berat badan (BB) cukup (≥ 2500 g) hanya 10,4% (N=138) bayi dilahirkan dengan BBLR (< 2500 g). Bayi yang lahir cukup bulan tetapi berat badan

lahir rendah disebut dismatur (*small for gestational age*) atau SGA atau *small for date*. Bayi yang tergolong SGA hanya 5,0% (N=66), dan yang tergolong berat badan lahir cukup walaupun dilahirkan kurang bulan terdapat 23,0% (N=297). Tidak ditemukan bayi dengan berat bayi lahir kurang dari 1500 g, dan yang lebih besar dari 4000 g hanya 1,2% (N=16).



Gambar 1. Lingkaran lengan atas (LILA) terhadap umur kehamilan dalam persentil.



Gambar 2. Lingkaran lengan atas (LILA) terhadap umur kehamilan untuk wanita hamil melahirkan BBLR, melahirkan non-BBLR dan median (P50)

Lingkaran Lengan Atas (LILA)

Kurve LILA dalam persentil terhadap umur kehamilan dapat dilihat pada Gambar 1. Pada penelitian ini LILA tidak ber-

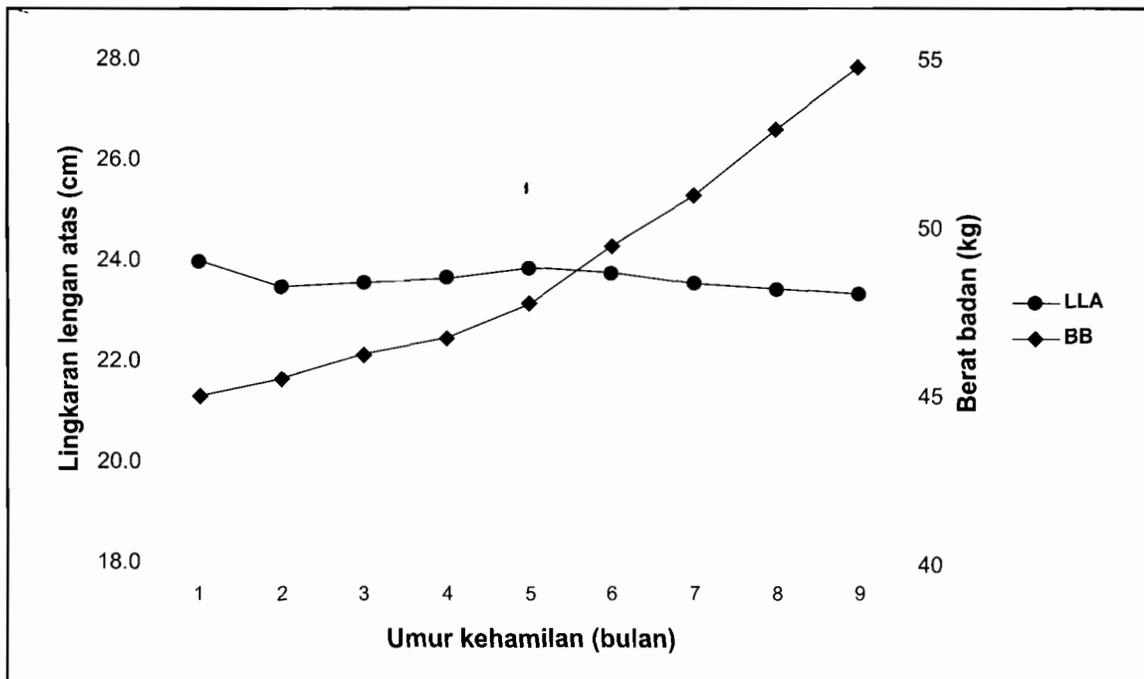
tambah naik melainkan berfluktuasi dengan bertambah tuanya umur kehamilan. Pada bulan pertama kehamilan, nilai median untuk LILA adalah 24,0 cm, turun pada bulan ke dua menjadi 23,5 cm, naik

pada bulan ke 5 menjadi 23,9 cm, lalu menurun kembali pada akhir kehamilan menjadi 23,4 cm. Dengan mensubstraksi LILA tertinggi yaitu pada bulan pertama sebesar 24,0 cm dengan LILA terendah yaitu 23,4 cm pada bulan ke sembilan kehamilan, perbedaan hanya 0,6 cm. Perbedaan tidaklah terlalu besar dan berfluktuasi dari bulan ke bulan (kadang-kadang naik atau turun) sehingga dapat diartikan bahwa LILA relatif tidak berubah selama periode kehamilan.

LILA wanita hamil yang melahirkan BBLR dan yang melahirkan non-BBLR diilustrasikan dalam Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan kurve LILA yang berbeda antara wanita hamil yang melahirkan BBLR dengan yang melahirkan non-BBLR. Kurve LILA wanita hamil yang melahirkan bayi non-BBLR secara konsisten berada di atas median (P_{50}) populasi yang diteliti, sedangkan kurve LILA wanita

hamil yang melahirkan bayi BBLR secara konsisten berada dibawah median sejak bulan-bulan pertama ke-hamilan sampai dengan umur kehamilan 9 bulan atau mendekati persalinan.

Perhitungan *odds ratio* (OR) digunakan untuk mengukur kekuatan asosiasi antara faktor resiko dan BBLR, dan prosedur Mantel-Haenzel digunakan untuk mencapai 95% *confidence interval*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa besarnya LILA independen terhadap umur, dan mempunyai hubungan signifikan dengan BBLR. LILA yang diukur pada umur kehamilan 4 bulan adalah 22,5 cm (P_{25}) mempunyai OR sebesar 1,87 dan LILA 23,7 (P_{50}) cm mempunyai OR sama dengan 1,93. Alternatif *cut off point* LILA adalah 21,5 cm (P_{10}), 22,5 cm (P_{25}), atau 23,7 cm (P_{50}). Umur kehamilan 4 bulan dipakai untuk mengestimasi *cut off point*,



Gambar 3. Median lingkaran lengan atas (LILA) dan berat badan (BB) terhadap umur kehamilan

Tabel 4. Lingkaran lengan atas (LILA) wanita hamil dan hubungannya dengan berat bayi lahir rendah (BBLR)

Umur kehamilan ibu pada waktu diukur LILA	N	<i>Cut off point</i>		<i>Estimated</i>	Mantel Haenzel	
		Nilai LILA	n		<i>Chi-sqr</i>	<i>Prob.</i>
Hamil 4 bulan	779	<21,5 cm (P ₁₀)	96	1,675	2,835	1,029
		<22,5 cm (P ₂₅)	192	1,866	6,604	0,010**
		<23,7 cm (P ₅₀)	386	1,926	7,595	0,006**
Hamil 6 bulan	1071	<21,5 cm (P ₁₀)	97	1,442	1,432	0,232
		<22,5 cm (P ₂₅)	239	1,183	0,540	0,462
		<23,7 cm (P ₅₀)	531	1,391	2,783	0,095
Hamil 8 bulan	966	<21,5 cm (P ₁₀)	102	1,252	0,363	0,547
		<22,5 cm (P ₂₅)	254	1,283	1,870	0,351
		<23,7 cm (P ₅₀)	239	1,441	1,394	0,238

karena pada umur kehamilan tersebut jumlah subyek yang diukur paling banyak dibandingkan dengan bulan-bulan kehamilan sebelumnya. Sebagaimana diilustrasikan dalam Tabel 4, LILA mempunyai asosiasi yang signifikan dengan kejadian BBLR pada tingkat 25th dan 50th persentil. Karena tinggi badan (TB) kurang dari 145 cm berisiko tinggi melahirkan BBLR⁽¹²⁾, maka sesudah di *adjust* untuk tinggi badan wanita hamil (< 145 cm, >=145 cm) OR menjadi 1,73 untuk LILA 22,5 cm, dan OR 1,84 untuk LILA 23,7 cm. Atau dengan kata lain resiko relatif melahirkan BBLR untuk wanita hamil yang mempunyai LILA < 22,5 cm dan LILA < 23,7 cm masing-masing 1,73 dan 1,84 kali lebih besar dibandingkan dengan wanita hamil yang mempunyai LILA masing-masing >= 22,5 cm dan >= 23,7 cm. Pada kondisi lapangan, *cut off point* 22,5 cm atau 23,7 cm dapat digunakan. Pada populasi yang

tinggi prevalensi kurang gizi, maka *cut off point* 22,5 cm lebih realistis untuk digunakan karena menggunakan *cut off point* 23,7 cm akan lebih banyak terjaring wanita hamil yang berisiko tinggi dengan konsekuensi lebih berat beban yang ditanggung oleh program gizi atau kesehatan yang sering kali terbatas dananya.

PEMBAHASAN

Di negara-negara sedang berkembang dimana sumber daya sangat terbatas, dibutuhkan suatu teknologi sederhana yang dapat digunakan di lapangan dalam mengukur status gizi dan kesehatan masyarakat. Salah satu instrumen yang dapat disiapkan secara lokal dengan dana yang tidak mahal serta tidak membutuhkan pelatihan intensif dalam ketrampilan menggunakannya⁽¹²⁾. Pengukuran LILA telah digunakan sebagai alat memonitor keadaan gizi anak balita, juga di Indonesia digunakan sebagai alat

untuk menjaring ibu hamil yang membutuhkan intervensi gizi.

Pada penelitian di India, korelasi yang signifikan telah didapatkan antara LILA dan berat badan wanita tidak hamil. Komponen-komponen yang terukur dalam LILA meliputi tulang, otot, darah, lemak dan kulit. Tulang dan darah tidak menunjukkan variasi antar setiap orang kecuali ada patologi dalam struktur. Perbedaan antar setiap wanita yang bervariasi adalah besar otot dan lemak⁽¹³⁾. Seperti tergambar dalam hasil penelitian ini, besar LILA relatif stabil atau hanya sedikit perubahan selama masa hamil, dan pengukurannya independen terhadap umur kehamilan. Oleh sebab itu, LILA hanya berpotensi dapat digunakan untuk penapisan (skrening), dan tidak dapat digunakan sebagai alat monitoring status gizi wanita hamil atau untuk mengevaluasi hasil intervensi gizi terhadap wanita hamil.

Hasil penelitian di India^(13,14) menunjukkan bahwa LILA yang diukur pada awal kehamilan (bulan-bulan pertama kehamilan) berhubungan erat dengan berat badan sebelum hamil. Dan berat badan sebelum hamil (jika tidak dilakukan intervensi gizi) berhubungan erat dengan berat bayi lahir. Dengan demikian, peneliti tersebut berkesimpulan bahwa LILA juga akan berhubungan erat dengan berat bayi lahir. Oleh karena LILA dalam penelitian ini dan juga oleh peneliti-peneliti lainnya^(4,15) ditemukan relatif stabil selama masa hamil, maka berarti LILA *independent* terhadap umur kehamilan.

Pengalaman di Brazil menunjukkan bahwa LILA pada waktu hamil sebesar 23,5 cm mempunyai sensitivitas sebesar 77% dan spesifisitas 71% dalam memprediksi BBLR dimana prevalensi BBLR sebesar 9%⁽¹⁵⁾. Di Guatemala dengan prevalensi BBLR sebesar 18%, maka LILA kurang dari 22,5% yang diukur pada

trimester pertama kehamilan, dapat mengidentifikasi wanita hamil yang melahirkan BBLR dengan sensitivitas 24% dan spesifisitas 84%, serta nilai prediksi positif sebesar 45%⁽¹⁵⁾. Resiko relatif BBLR adalah 1,5 kali lebih besar pada wanita hamil dengan LILA < 22,5 cm dibandingkan dengan wanita hamil yang mempunyai LILA lebih besar dari *cut off point* tersebut. LILA sebesar 22,5 cm yang diukur pada setiap bulan selama hamil, mempunyai sensitivitas 73% dan spesifisitas 41% dalam memprediksi BBLR di daerah pedesaan Bangladesh, dimana ditemukan prevalensi BBLR lebih besar dari 20%⁽⁵⁾. Hasil penelitian yang diuraikan dalam makalah ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian di tempat-tempat lain seperti disebutkan di atas. Setelah dilakukan *adjustment* dengan tinggi badan (< 145 cm, >=145 cm), OR adalah 1,73 untuk LILA 22,5%, dan OR 1,84 untuk LILA 23,7 cm terhadap bayi lahir < 2500g.

Berlainan dengan berat badan yang terus naik dari awal sampai akhir umur kehamilan dan dapat digunakan untuk memonitor status gizi ibu hamil, maka LILA tidak dapat digunakan untuk keperluan tersebut, karena LILA relatif stabil pada setiap bulan umur kehamilan. LILA dapat digunakan untuk kebutuhan *screening* dalam mengidentifikasi wanita hamil yang berisiko tinggi melahirkan bayi BBLR. *Screening* bermanfaat dalam program gizi dan kesehatan misalnya dalam menentukan wanita hamil yang perlu mendapatkan PMT (pemberian makanan tambahan) atau membutuhkan penyuluhan, pengobatan atau lainnya selama periode kehamilan, namun tidak disarankan untuk digunakan dalam mengevaluasi hasil intervensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih banyak dan penghargaan tinggi kepada

Dr. Ir. Satrio Wicaksono dari Laboratorium Biometrik, FMIPA – IPB atas kesediaannya membantu melakukan re-analisis data sekunder penelitian “Keadaan Kesehatan dalam Hubungannya dengan Keadaan Gizi Wanita Hamil”. Hanya dengan kerja keras dan ketekunannya, maka re-analisis ini berjalan lancar dan selesai dilaksanakan sesuai dengan rencana.

DAFTAR RUJUKAN

1. Martorell, R.. Upper arm anthropometric indicators of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.* 1976; 29: 46-53.
2. Zerfas, A. The insertion tape: a new circumference tape for use in nutritional assessment. *Am. J. Clin.* 1975; 28: 728-787.
3. Shah, K.P. Appropriate technology and prenatal care: The Kasa experience. *Adv. Int. Maternal Child Health* 2002; 2: 1-15.
4. Lechtig, A. Predicting risk of delivering low birth weight babies: Which indicator is better? *J. Trop. Pediatr.* 1988; 34-41.
5. Krasovec, K. Background issues. In: Karasovec, K, Anderson, MA, eds. *Maternal nutrition and pregnancy outcomes*. Pan American Health Organization, Scient. Public. 2001; No. 529: 119-131.
6. Shah, KP. and Shah, PM. Relationship of weight during pregnancy and low birth weight. *Indian Pediatr.* 2002; 9: 526-531.
7. Rosso, PA. New chart to monitor weight gain during pregnancy. *Am. J. Clin. Nutr.* 1985; 41: 644-652.
8. Husaini, YK. et al. Maternal malnutrition, outcome of pregnancy, and a simple tool to identify women at risk. *Food and Nutrition Bulletin* 1986; 8: 71-78.
9. Jelliffe, DB. The assessment of nutritional status of the community. WHO – Geneva, 1966.
10. SAS Institute Inc. *SAS User’s Guide Statistic*, version 5 edition. Cary, NC, USA, 1985.
11. WHO. *Maternal and child health and family planning, and food nutrition program. Protocol for secondary data analysis of existing data bases on maternal anthropometry*. WHO – Geneva, 2001.
12. Kramer, MS. Determinant of low birth weight: methodological assessment of meta analysis. *Bulletin of the World Health Organization* 2002; 65 (5): 663-737.
13. Shah, KP. The evolution of the use of arm circumferences of assessing maternal nutritional status. In: Karasovec, K, Anderson, MA, eds. *Maternal nutrition and pregnancy outcomes*. Pan American Health Organization, Scient. Public 2001; No. 529: 132-137.
14. Anderson, MA. The relationship between maternal nutrition and child growth in rural India. Ph.D. Dissertation, Tufts University, 2003.
15. De Vaquera, M. The relationship between arm circumference at birth and early mortality. *J. trop. Pediatr.* 1983; 29: 167-174.