

KADAR C-REACTIVE PROTEIN PADA REMAJA *STUNTED OBESITY* USIA 12-17 TAHUN DI KOTA SEMARANG

Ajeng Sekar Proborini, M Sulchan, Fillah Fithra Dieny^{*)}

^{*)} Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background: *Stunted* was a major nutritional problem in Indonesia. *Stunted* individual were more likely become obese and had cardiovascular disease than non-*stunted*. Abdominal obesity is a major risk factor for cardiovascular diseases through low grade inflammation. High sensitivity c-reactive protein(Hs-CRP) is a sensitive marker to identify inflammation. This study was aimed to determine the difference of serum Hs-CRP levels in *stunted* obesity adolescents compared with non-*stunted* obesity adolescents in Semarang.

Method: This was crosssectional study in adolescents aged 12-17 years old from junior high school in Semarang based on urban and suburban area. Total subject consist of 40 adolescents were selected by cluster random sampling. Nutritional status was determined by measuring height for age and waist circumference for age. Serum Hs-CRP levels was measured using ELISA methods. Data was analyzed with independent t test.

Result: The prevalence of abdominal obesity and *stunted* obesity was 30% and 1.45%. Of all participants, 18(45%) adolescents had high risk of cardiovascular disease. Average of serum Hs-CRP levels in *stunted* obesity (2.92 ± 2.74) was lower than in obesity (4.37 ± 3.49). There was no significant difference between two groups. Levels of Hs-CRP correlated significantly with obesity in adolescents ($p = 0.04$).

Conclusion: A significant difference between *stunted* obesity and non-*stunted* obesity was not found in this study.

Key words: *stunted* obesity, c-reactive protein, adolescents

ABSTRAK

Latar belakang: *Stunted* masih menjadi masalah utama di Indonesia. Individu *stunted* berisiko lebih tinggi mengalami obesitas dan penyakit kardiovaskular dibanding non-*stunted*. Obesitas abdominal merupakan salah satu faktor risiko penyakit kardiovaskular melalui reaksi inflamasi. High sensitivity c-reactive protein (Hs-CRP) adalah biomarker yang sensitif untuk mendeteksi reaksi inflamasi di dalam tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar Hs-CRP pada remaja *stunted* obesity dan non-*stunted* obesity di Kota Semarang.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan crosssectional yang dilakukan pada remaja usia 12-17 tahun yang berada di SMP/MTs Kota Semarang mencakup wilayah urban dan suburban. Total sampel penelitian sebanyak 40 remaja dipilih dengan metode cluster random sampling. Penentuan status gizi sampel diukur berdasarkan tinggi badan menurut umur dan lingkar pinggang menurut umur. Pengukuran kadar Hs-CRP dilakukan dengan metode ELISA. Analisis data menggunakan uji t tidak berpasangan.

Hasil: Angka kejadian obesitas abdominal dan *stunted* obesity sebesar 30% dan 1.45%. Berdasarkan hasil pengukuran kadar Hs-CRP, terdapat 18(45%) remaja memiliki risiko tinggi penyakit kardiovaskular. Rerata kadar HS-CRP kelompok *stunted* obesity (2.92 ± 2.74) lebih kecil dibanding kelompok non-*stunted* obesity (4.37 ± 3.49) dimana tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Tingkat obesitas remaja memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar Hs-CRP ($p = 0.04$).

Kesimpulan: Tidak ditemukan perbedaan kadar c-reactive protein yang signifikan antara kelompok *stunted* obesity dan non-*stunted* obesity.

Kata kunci: *stunted* obesity, c-reactive protein, remaja

PENDAHULUAN

Beban ganda masalah gizi telah banyak ditemui di berbagai negara berkembang, termasuk di Indonesia. Kedua masalah gizi yaitu *stunted* dan obesitas banyak ditemukan pada usia remaja. Prevalensi *stunted* remaja di Indonesia mencapai 35.1%, sedangkan prevalensi obesitas semakin meningkat dari tahun ke tahun. Di Kota Semarang, prevalensi *stunted* pada remaja saat ini mencapai angka 20,7% dan obesitas sebanyak 19.1%^{1,2}.

Stunted adalah keadaan tubuh pendek atau sangat pendek terjadi akibat keadaan kurang gizi^{3,4} yang menyebabkan terganggunya produksi hormon pertumbuhan *Insulin-like Growth Factor-1*⁵.

Adaptasi terhadap keadaan kurang gizi juga menyebabkan perubahan gen yang disebut *thrifty gen*⁶. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa remaja *stunted* memiliki kebutuhan energi basal dan oksidasi lebih rendah, serta peningkatan *respiratory quotient*(RQ) sehingga penumpukan lemak lebih mudah terjadi dibandingkan dengan remaja normal⁷. Perubahan tersebut menyebabkan individu *stunted* berisiko tinggi mengalami obesitas.

Obesitas yang terjadi pada remaja *stunted* didukung dengan adanya perubahan pola makan dan aktivitas fisik pada remaja. Pola makan berubah menjadi pola makan modern yang dominan dengan makanan padat energi dan rendah mikonutrien⁸.

Kebiasaan aktifitas fisik pada remaja mengalami penurunan dengan rerata 7% per tahun, menunjukkan remaja saat ini cenderung memiliki *sedentary lifestyle*⁹. Obesitas pada remaja dengan latar belakang *stunted* atau *stunted obesity* banyak terjadi pada kelompok urbanisasi. Perpindahan penduduk ke kota menyebabkan perubahan aktivitas fisik dan akses terhadap makanan cepat saji lebih mudah^{10,11}.

Penelitian Prendergast di Zimbabwe menunjukkan bahwa individu *stunted* mengalami reaksi inflamasi kronis dimulai semenjak dalam kandungan. Reaksi inflamasi tersebut selain menyebabkan gangguan pertumbuhan juga menyebabkan kerusakan fungsi endothel sehingga terjadi peningkatan *stroke volume* dan *cardiac output*^{5,12}. Reaksi inflamasi meningkat pada remaja *stunted obesity* seiring dengan penumpukan lemak abdominal. Jaringan adiposa berlebih menyebabkan reaksi inflamasi kronis akibat sekresi sitokin dan pro-inflamator oleh sel adiposit. *C-reactive protein* merupakan protein penanda fase akut sebagai bagian dari imunitas bawaan yang diproduksi oleh liver, dapat digunakan sebagai penanda yang kuat adanya inflamasi dalam tubuh baik pada dewasa, remaja, maupun anak-anak^{13,14}. Keadaan inflamasi yang sudah terjadi pada individu *stunted* disertai peningkatan produksi *c-reactive protein* akibat jaringan adiposa, akan semakin merusak fungsi endothel pembuluh darah.

Berdasarkan penjelasan tersebut, diteliti mengenai kadar *c-reactive protein* pada remaja *stunted obesity*. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan kadar Hs-CRP antara remaja *stunted obesity* dan *non-stunted obesity* di Kota Semarang.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan populasi penelitian merupakan 2.144 remaja *stunted obesity* dan *non-stunted obesity* di SMP/MTs Kota Semarang. Penentuan sekolah didasarkan pada karakteristik wilayah urban dan suburban dengan menggunakan metode *cluster random sampling* dan *random sampling* untuk penentuan subjek. Besar sampel penelitian ditentukan melalui perhitungan sampel beda rerata dua kelompok dengan rancangan penelitian *crosssectional*¹⁵. Didapatkan sampel sebesar 20 orang untuk masing-masing kelompok.

Pemilihan sampel dilakukan sesuai dengan kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu bersedia menjadi subjek penelitian dengan mengisi *informed consent*, mengalami obesitas abdominal dengan lingkaran pinggang menurut umur (LP/U) \geq persentil ke-90 dan *stunted* yang ditentukan dengan nilai *z-score* tinggi menurut umur (TB/U) < -2.0 SD. Kriteria

eksklusi pada penelitian ini yaitu apabila subyek tidak dapat melanjutkan sebagai sampel penelitian dikarenakan mengundurkan diri, sakit atau meninggal dunia.

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu keadaan *stunted* pada remaja, variabel terikat yaitu kadar *c-reactive protein*, dan variabel perancu yaitu durasi tidur. Tahapan dalam penelitian ini meliputi skrining, pengambilan darah, uji laboratorium, analisis data, dan pembuatan laporan. Pengukuran antropometri pada skrining meliputi tinggi badan (TB) dan lingkaran pinggang (LP). Pengukuran tinggi badan menggunakan *microtoise*, sedangkan pengukuran lingkaran pinggang menggunakan *metline* dilakukan pada bagian tengah antara tulang pelvis iliaka dan kosta paling akhir. Lingkaran pinggang kemudian dibandingkan dengan *cut-off point* untuk remaja sesuai usia^{16,17}. *Z-score* TB/U dihitung dengan aplikasi WHO antro. Kadar Hs-CRP ditentukan melalui pengambilan serum darah yang kemudian dianalisis dengan metode ELISA (*Enzymelinked Immunosorbent Assay*). Kadar Hs-CRP pada individu yang sehat tanpa mengalami infeksi dan inflamasi hanya mencapai < 0.6 mg/L. Sementara, menurut risikonya Hs-CRP dikategorikan menjadi risiko rendah jika kadarnya < 1 mg/L, sedang 2-3 mg/L, dan tinggi > 3 mg/L¹⁸. Sedangkan, data durasi tidur didapatkan dari *self-report* subjek dan kategori durasi tidur yang memengaruhi kadar Hs-CRP dibedakan menjadi durasi tidur kurang (< 6 jam) dan durasi tidur cukup (7-10 jam).

Analisis data berupa univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi kenormalitasan, frekuensi, rerata, dan median data. Analisis bivariat berupa uji t tidak berpasangan dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan kadar Hs-CRP antara dua kelompok. Uji lanjut dengan Pearson dilakukan untuk melihat hubungan kadar Hs-CRP dengan lingkaran pinggang.

HASIL

Berdasarkan hasil skrining awal pada 2.144 remaja, terdapat 211 (9.84%) remaja *stunted*, 643 (30%) remaja obesitas abdominal dan 31 (1.45%) remaja *stunted obesity*. Pada Tabel 1 ditampilkan gambaran status gizi pada remaja SMP/MTs Kota Semarang.

Skrining awal melibatkan 1.298 remaja di wilayah urban dan 846 remaja di wilayah suburban. Kejadian *stunted* lebih banyak ditemui di wilayah suburban (5.5%), sedangkan obesitas abdominal di wilayah urban (67.2%). Remaja *stunted obesity* juga lebih banyak di wilayah urban sebanyak 18 remaja dibandingkan dengan wilayah suburban sebanyak 13 remaja.

Table 1. Gambaran Status Gizi Remaja di Kota Semarang

Status Gizi	Urban(n = 1298)		Suburban(n = 587)		Total
	<i>Stunted</i>	<i>Non-stunted</i>	<i>Stunted</i>	<i>Non-stunted</i>	
Normal	70 (75.3%)	721 (59.8%)	103 (87.3%)	484 (66.5%)	1378 (64.26%)
Pra-obes abdominal	5 (5.4%)	70 (5.8%)	2 (1.7%)	46 (6.3%)	123 (5.74%)
Obes Abdominal	18 (19.3%)	414 (34.4%)	13 (11%)	198 (27.2%)	643 (30%)
Total	93 (4.34%)	1.205 (56.2%)	118 (5.5%)	728 (33.96%)	2.144 (100%)

Table 2. Gambaran Subjek Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia

	Kelompok		
	<i>Stunted Obesity (n = 20)</i>	<i>Non-stunted Obesity (n = 20)</i>	
Jenis Kelamin	Laki-laki	5 (25%)	10 (50%)
	Perempuan	15 (75%)	10 (50%)
	Total	20(100%)	20(100%)
Usia	<13	2 (10%)	4 (20%)
	13-15	12 (60%)	16 (80%)
	>15	6 (30%)	-
	Total	20(100%)	20(100%)

Tabel 2 menampilkan gambaran subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin dan usia. Pada 40 remaja yang dijadikan sebagai subjek penelitian, sebagian besar berusia 13-15 tahun yaitu sebanyak 12

orang pada kelompok *stunted obesity* dan 16 orang pada kelompok *non-stunted obesity*. Proporsi jenis kelamin perempuan pada kelompok *stunted obesity* lebih banyak dibanding pria yaitu sebanyak 15 orang.

Tabel 3. Rerata dan Median Usia, Lingkar Pinggang dan Tinggi Badan menurut Umur Subjek

	<i>Stunted Obesity (n=20)</i>	<i>Non-stunted Obesity (n=20)</i>
	Rerata/ Median	Rerata/ Median
Usia (tahun)	14.03 ^a	13.09 ^a
TB (cm)	144.6 ± 4.94 ^b	158.6 ± 7.18 ^b
TB/U (<i>z-score</i>)	-2.21 ^a	-0.23 ^a
LP (cm)	80.57 ± 4.26 ^b	92.1 ± 1.17 ^b
Durasi Tidur (menit)	450 ^a	450 ^a

^aMedian, ^bRerata, TB/U Tinggi Badan menurut Umur

Karakteristik usia dan nilai antropometri subjek penelitian ditampilkan pada Tabel 3. Hasil pengukuran antropometri menunjukkan bahwa kelompok *stunted obesity* memiliki rerata untuk tinggi badan dan median *z-score* TB/U yang lebih rendah sesuai kriteria inklusi. Seluruh subjek (100%) memiliki lingkar pinggang menurut umur ≥ persentil ke-90, tetapi rerata pada kelompok *stunted obesity* lebih rendah. Sementara, durasi tidur sebagai variabel perancu memiliki median yang sama pada kedua kelompok.

Hasil pengukuran biokimia berupa kadar Hs-CRP ditampilkan pada Tabel 4. Dari keseluruhan subjek yang merupakan remaja obesitas, hanya terdapat 6 (15%) remaja yang tidak memiliki risiko (<0.6 mg/L). Sementara, 34 remaja lain memiliki kadar bervariasi dengan risiko tinggi (>3mg/L) memiliki proporsi terbanyak yaitu sebesar 18 remaja dan 11 diantaranya merupakan kelompok *non-stunted obesity*.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kadar Hs-CRP

Hs-CRP		Kelompok		Total
		<i>Stunted Obesity</i>	<i>Non-stunted Obesity</i>	
Hs-CRP	Tidak Berisiko	4 (20%)	2 (10%)	6 (15%)
	Risiko Rendah	2 (10%)	1 (5%)	3 (7.5%)
	Risiko Sedang	7 (35%)	6 (30%)	13 (32.5%)
	Risiko Tinggi	7 (35%)	11 (55%)	18 (45%)
	Total	20(100%)	20(100%)	40 (100%)

Tabel 5 menunjukkan hasil analisis perbedaan kadar *c-reactive protein* berdasarkan status gizi dan usia. Rerata kadar Hs-CRP kelompok *stunted obesity* yaitu 2.92 ± 2.74 mg/L, lebih kecil dibanding kelompok *non-stunted obesity* sebesar 4.37 ± 3.49

mg/L dengan nilai $p = 0.169$. Sementara median kadar Hs-CRP berdasarkan durasi tidur, ditemukan lebih tinggi pada durasi tidur cukup dengan nilai $p = 0.528$.

Tabel 5. Perbedaan Kadar Hs-CRP

		Hs-CRP (mg/L)	
		Rerata/Median	P
Status Gizi	<i>Stunted Obesity</i>	2.92 ± 2.74^b	0.169 ^c
	<i>Non-stunted Obesity</i>	4.37 ± 3.49^b	
Durasi Tidur	Durasi Kurang	1.89 ^a	0.528 ^d
	Durasi Cukup	2.78 ^a	

^aMedian, ^bRerata, ^cIndependent t-test, ^dMann-whitney

Berdasarkan tabel 3 diketahui terdapat perbedaan lingkaran pinggang pada dua kelompok penelitian. Oleh karena itu, dilakukan uji korelasi untuk menganalisis hubungan lingkaran pinggang yang diduga berpengaruh terhadap kadar Hs-CRP. Hasil korelasi lingkaran pinggang menunjukkan terdapat hubungan positif dan signifikan terhadap kadar Hs-CRP ($r = 0.326$; $p = 0.04$).

PEMBAHASAN

Kejadian obesitas abdominal pada remaja di SMP/MTs kota Semarang mencapai 30%. Prevalensi ini lebih tinggi dibanding data Riskesdas 2013 yang menunjukkan prevalensi obesitas secara nasional sebesar 10.8% dan Kota Semarang 19.1%. Presentase remaja *stunted obesity* dan *non-stunted obesity* di wilayah urban (2.8% dan 64.4%) lebih tinggi dibanding wilayah suburban (2% dan 30.8%). Kondisi tersebut dimungkinkan dengan adanya faktor asupan dan aktivitas fisik yang berbeda pada kedua wilayah. Remaja urban memiliki frekuensi konsumsi makanan densitas tinggi dan rendah mikronutrien lebih sering disertai dengan aktivitas fisik cenderung rendah, sehingga terjadi keseimbangan energi positif dan menjadikan energi yang masuk cenderung disimpan menjadi lemak¹⁹⁻²¹.

Kelompok *stunted obesity* didominasi oleh remaja perempuan sebesar 15 orang (75%). Selain itu, remaja dengan rentang usia 13-15 tahun juga lebih dominan pada kedua kelompok, baik kelompok *stunted obesity* (60%) maupun kelompok *non-stunted obesity* (80%). Pembentukan obesitas dipengaruhi oleh usia dan jenis kelamin. Rentang usia 13-15 tahun merupakan usia dimana remaja perempuan telah mengalami menstruasi untuk pertama kali (*menarche*). Sebelum terjadi menstruasi, tubuh melakukan perubahan yang dipengaruhi oleh hormon *menarche*²². Hormon *menarche* pada remaja perempuan akan meningkatkan pembentukan jaringan lemak tubuh dan penambahan tinggi,

sedangkan pada remaja laki-laki hanya terjadi penambahan tinggi. Oleh karena itu, remaja perempuan lebih mudah mengalami obesitas terutama remaja *stunted*²³⁻²⁵.

Tabel 4 menunjukkan 40 subjek penelitian memiliki kadar Hs-CRP yang bervariasi, dan hanya 6 (15%) remaja yang memiliki kadar Hs-CRP dalam kategori tidak berisiko penyakit kardiovaskular (<0.6mg/L). Pada kategori risiko rendah (<1mg/L) terdapat 3 remaja dan risiko sedang (1-3mg/L) terdapat 13 remaja. Sementara, kategori risiko tinggi (>3mg/L) memiliki proporsi tertinggi dengan 18 remaja terdiri dari 7 remaja di kelompok *stunted obesity* dan 11 remaja di kelompok *non-stunted obesity*. Hasil pemeriksaan kadar Hs-CRP juga menunjukkan rerata kelompok *non-stunted obesity* sebesar 4.37 ± 3.49 mg/L lebih tinggi dibanding kelompok *stunted obesity* sebesar 2.92 ± 2.74 mg/L, dan tidak ditemukan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ($p=0.169$). Hasil ini tidak sesuai dengan hipotesis awal penelitian yang menyatakan kadar Hs-CRP lebih besar pada kelompok *stunted obesity*.

Kadar Hs-CRP lebih besar pada kelompok *non-stunted obesity* dimungkinkan terjadi karena terdapat perbedaan tingkat obesitas pada kedua kelompok. Obesitas abdominal pada subjek yang diteliti telah dikontrol dengan inklusi lingkaran pinggang \geq persentil ke-90. Namun, ditemukan bahwa obesitas abdominal yang terjadi pada kelompok *non-stunted obesity* lebih besar dibanding kelompok *stunted obesity*. Hal ini disebabkan tidak dilakukan *matching* antara kedua kelompok penelitian. Berdasarkan uji korelasi yang dilakukan terhadap kadar Hs-CRP, lingkaran pinggang memiliki hubungan positif yang signifikan ($r = 0.326$; $p = 0.04$). Hubungan tersebut menunjukkan semakin besar lingkaran pinggang, kadar Hs-CRP akan semakin tinggi. Besar lingkaran pinggang menunjukkan jaringan adiposa di area abdominal. Semakin besar jaringan adiposa akan menyebabkan sekresi sitokin dan pro-

inflamator yang lebih besar dan kadar Hs-CRP lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa obesitas pada remaja meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular. Risiko tersebut akan semakin meningkat sesuai tingkat obesitas yang dimiliki. Peningkatan jaringan adiposa terutama pada bagian abdominal akan meningkatkan sekresi sitokin dan berujung pada peningkatan kadar *c-reactive protein*^{26,27}.

Kadar Hs-CRP berdasarkan perbedaan durasi tidur juga ditampilkan pada Tabel 5. Berdasarkan durasi tidur, kadar Hs-CRP pada kelompok durasi tidur kurang (<6 jam) memiliki median yang lebih rendah dibandingkan dengan durasi tidur cukup (7-10 jam). Hasil tersebut berbeda dengan penelitian Grandner yang menyebutkan, durasi tidur <6 jam akan meningkatkan kadar inflamasi²⁸. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Ferrie di London tahun 2013 menunjukkan hasil bahwa rerata kadar Hs-CRP pada durasi tidur ≥ 9 jam (1.31 mg/L) lebih tinggi dibanding durasi tidur 6 jam (1.30 mg/L), 7 jam (1.28 mg/L) dan 8 jam (1.20 mg/L)²⁹. Hasil penelitian tersebut serupa dengan penelitian ini, dimana kategori durasi tidur cukup dengan rentang 7-10 jam memiliki median kadar Hs-CRP yang lebih tinggi dari durasi tidur kurang. Hal ini dimungkinkan karena subjek dengan durasi tidur 9-10 jam memiliki kadar Hs-CRP yang lebih tinggi dibanding subjek dengan durasi tidur < 6 jam.

SIMPULAN

Prevalensi obesitas dan *stunted obesity* pada remaja usia 12-17 tahun di Kota Semarang yaitu sebesar 30% dan 1.45%. Sebesar 18 remaja (45%) berisiko tinggi penyakit kardiovaskular. Tidak ditemukan perbedaan kadar *c-reactive protein* antara kelompok *stunted obesity* dan *non-stunted obesity* dalam penelitian ini. Namun, terdapat hubungan positif yang signifikan antara besar lingkaran pinggang terhadap kadar *c-reactive protein*.

SARAN

Kondisi *stunted* pada remaja yang diikuti dengan pola makan modern dan aktivitas fisik rendah, sebaiknya mendapatkan perhatian lebih karena adanya kemungkinan meningkatkan risiko terjadinya obesitas. Remaja *stunted obesity* disarankan untuk meningkatkan asupan zat gizi yang mendukung pertumbuhan tinggi seperti protein, kalsium, yodium dan zinc, serta membatasi asupan lemak. Sehingga pertumbuhan tulang dapat dimaksimalkan dan tingkat obesitas dapat diturunkan sebelum terjadi penyakit kardiovaskular lebih dini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh subjek dan pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan RI. Status gizi remaja umur 13 -15 tahun. In: Riset Kesehatan Dasar. Jakarta, 2010.
- 2 Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan RI. Status gizi remaja umur 13 -15 tahun. In: Riset Kesehatan Dasar. Jakarta, 2013.
- 3 Weise AS. WHA Global Nutrition Targets 2025: Stunting Policy Brief. 2012.
- 4 Martins VJB, Toledo Florêncio TMM, Grillo LP, do Carmo P Franco M, Martins PA, Clemente APG *et al.* Long-lasting effects of undernutrition. *Int J Environ Res Public Health* 2011; **8**: 1817–46.
- 5 Prendergast AJ, Rukobo S, Chasekwa B, Mutasa K, Ntozini R, Mbuya MNN *et al.* Stunting is characterized by chronic inflammation in zimbabwean infants. *PLoS One* 2014; **9**: e86928.
- 6 Barker DJP. In utero programming of cardiovascular disease. *Theriogenology* 2000; **53**: 555–574.
- 7 Hoffman DJ, Sawaya AL, Verreschi I, Tucker KL, Roberts SB. Why are nutritionally stunted children at increased risk of obesity? Studies of metabolic rate and fat oxidation in shantytown children from Sao Paulo, Brazil. *Am J Clin Nutr* 2000; **72**: 702–707.
- 8 Feeley A, Musenge E, Pettifor JM, Norris SA. Changes in dietary habits and eating practices in adolescents living in urban South Africa: the birth to twenty cohort. *Nutrition* 2012; **28**: e1-6.
- 9 Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol* 2011; **40**: 685–98.
- 10 Mukuddem-Petersen J, Kruger HS. Association between stunting and overweight among 10-15-year-old children in the North West Province of South Africa: the THUSA BANA Study. *Int Assoc Study Obes* 2004; **28**: 842–851.
- 11 Tzioumis E, Adair LS. Childhood dual burden of under- and overnutrition in low- and middle-income countries: a critical review. *Food Nutr Bull* 2014; **35**: 230–243.
- 12 van Rooyen JM, Kruger HS, Huisman HW, Schutte AE, Malan NT, Schutte R. Early cardiovascular changes in 10- to 15-year-old stunted children: the Transition and Health during Urbanization in South Africa in Children study. *Nutrition* 2005; **21**: 808–14.
- 13 Soriano-Guillen L, Hernandez-Garcia B, Pita J, Dominguez-Garrido N, Del Rio-Camacho G, Rovira A. High-sensitivity C-reactive protein is a good marker of cardiovascular risk in obese children and adolescents. *Eur J Endocrinol* 2008; **159**: 1–4.
- 14 Libby P, Ridker PM, Maseri A. Inflammation and

- atherosclerosis. *Circulation* 2002; **105**: 1135–1143.
- 15 Dahlan MS. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. 3rd ed. Salemba Medika: Jakarta, 2013.
- 16 Song P, Li X, Gasevic D, Flores AB, Yu Z. BMI, waist circumference reference values for Chinese school-aged children and adolescents. *Int J Environ Res Public Health* 2016; **13**: 1–13.
- 17 Cintra I de P, Passos MAZ, dos Santos LC, Machado H da C, Fisberg M. Waist-to-height ratio percentiles and cutoffs for obesity: A cross-sectional study in Brazilian adolescents. *J Heal Popul Nutr* 2014; **32**: 411–419.
- 18 Pearson TA, Mensah GA, Alexander RW, Anderson JL, Cannon RO, Criqui M *et al*. Markers of Inflammation and Cardiovascular Disease. *Circulation* 2003; **107**: 499–511.
- 19 Davis AM, Boles RE, James RL, Sullivan DK, Donnelly JE, Swirczynski DL *et al*. Health behaviors and weight status among urban and rural children. *Rural Remote Health* 2008; **8**: 810.
- 20 Savige G, MacFarlane A, Ball K, Worsley A, Crawford D. Snacking behaviours of adolescents and their association with skipping meals. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007; **4**: 1–9.
- 21 Lee H, Lee IS, Choue R. Obesity, inflammation and diet. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr* 2013; **16**: 143–52.
- 22 Wang Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. *Pediatrics* 2002; **110**: 903–910.
- 23 Kruger HS, Margetts BM, Vorster HH. Evidence for relatively greater subcutaneous fat deposition in stunted girls in the North West Province, South Africa, as compared with non-stunted girls. *Nutrition* 2004; **20**: 564–569.
- 24 Jones-Johnson G, Johnson WR, Frishman N. Race and Gender Differences in Obesity and Disease. *Sociol Mind* 2014; **4**: 233–241.
- 25 Bénéfice E, Garnier D, Simondon KB, Malina RM. Relationship between stunting in infancy and growth and fat distribution during adolescence in Senegalese girls. *Eur J Clin Nutr* 2001; **55**: 50–8.
- 26 Nakayama T, Wang Z. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. *Mediators Inflamm* 2010; **2010**. doi:10.1155/2010/535918.
- 27 Santos a-C, Lopes C, Guimarães JT, Barros H. Central obesity as a major determinant of increased high-sensitivity C-reactive protein in metabolic syndrome. *Int J Obes (Lond)* 2005; **29**: 1452–1456.
- 28 Grandner MA, Sands-Lincoln MR, Pak VM, Garland SN. Sleep duration, cardiovascular disease, and proinflammatory biomarkers. *Nat Sci Sleep* 2013; **5**: 93–107.
- 29 Ferrie JE, Kivimäki M, Akbaraly TN, Singh-Manoux A, Miller M a, Gimeno D *et al*. Associations between change in sleep duration and inflammation: findings on C-reactive protein and interleukin 6 in the Whitehall II Study. *Am J Epidemiol* 2013; **178**: 956–61.