

Status Besi dan Kualitas Diet berdasarkan Status Obesitas pada Wanita Usia Subur di Semarang

Iron Status and Diet Quality based on Obesity Status among Women of Reproductive Age in Semarang City

Sekar Ratry Nurramadhani¹, Fillah Fithra Dieny^{1*}, Etisa Adi Murbawani², A Fahmy Arif Tsani¹
Deny Yudi Fitranti¹, Nurmasari Widyastuti¹

ABSTRAK

Latar Belakang: Wanita Usia Subur (WUS) rentan terkena masalah gizi ganda akibat kualitas diet yang buruk. Obesitas terkait anemia disebabkan inflamasi tingkat rendah yang mempengaruhi homeostasis zat besi (hipoferrimia).

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan status besi WUS berdasarkan status obesitas, dan perbedaan kualitas diet berdasarkan status besi dan obesitas.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional, dengan subjek mahasiswi berusia 18-22 tahun, berjumlah 25 orang obesitas dan 25 orang non-obesitas, dipilih menggunakan teknik proportional random sampling. Data yang diambil berupa status besi (kadar Fe serum) melalui pengambilan sampel darah, dan kualitas diet menggunakan wawancara SQ-FFQ dan analisis DQI-I. Analisis menggunakan uji Independent-T Test, One-way ANOVA, Kruskal Wallis, dan Mann Whitney.

Hasil: Sebanyak 20% WUS obesitas memiliki status besi rendah dan mayoritas subjek (94%) memiliki kualitas diet rendah (52,04±5,2). Status besi WUS obesitas (83,9±20,7µg/dl) berbeda signifikan dibandingkan WUS non-obesitas (99,2±26,1µg/dl), p=0,027. Kelompok WUS obesitas dengan status besi rendah memiliki skor kualitas diet dan komponen moderasi lebih rendah, namun memiliki skor kecukupan lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya, p<0,05. Komponen variasi dan keseimbangan keseluruhan pada semua kelompok tidak menunjukkan perbedaan signifikan, p>0,05.

Kesimpulan: Status besi WUS obesitas signifikan lebih rendah dibandingkan WUS non-obesitas. Kelompok WUS obesitas dengan status besi rendah memiliki kualitas diet yang rendah dibandingkan kelompok lainnya. Sebaiknya WUS pranikah terutama mahasiswi sebagai calon ibu menyadari pentingnya mempersiapkan periode 1000 HPK dengan cara mencapai status gizi yang optimal melalui kontrol berat badan secara teratur, memperbaiki gaya hidup dan kualitas diet.

Kata kunci: Status Besi, Fe Serum, Anemia, Obesitas, Kualitas Diet, Wanita Usia Subur

ABSTRACT

Background: Women of reproductive age are potentially to have double-burden malnutrition due to poor diet quality. Obesity-related anemia affects iron homeostasis (hypoferrremia) through low-grade inflammation.

Objectives: This study aimed to analyze the differences of iron status among women of reproductive age based on obesity status and diet quality based on iron and obesity status.

Methods: A cross-sectional study of female students, aged 18-22 years old that classified as obese (n=25) and non-obese (n=25). Subjects were selected by proportional random sampling. This study used iron status and diet quality as variable datas. Blood samples were taken to determined iron status (Fe serum). Diet quality was analyzed by SQ-FFQ and DQI-I. Statistical analysis using Independent-T Test, One-way ANOVA, Kruskal Wallis, Mann Whitney tests.

Results: There were 20% of obese subjects had low iron status and majority (94%) had low diet quality score (52.04±5.2). Iron status of obese women (83.9±20.7 µg/dl) significantly differed to non-obese women (99.2±26.1 µg/dl), p=0.027. Obese group with low iron status had lower diet quality and moderation component score, however adequacy score was higher than other groups, p<0.05. There were no significant differences in variation and overall balance among all groups, p>0.05.

Conclusions: Iron status of obese women was significantly different than non-obese women. Obese group with low iron status had lower diet quality and moderation component score, however adequacy score was higher than other groups.

Keywords: Iron Status, Fe Serum, Anemia, Obesity, Diet Quality, Women of Reproductive Age



*Koresponden :

fillahdieny@gmail.com,

¹ Departemen Gizi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedharto, SH, Tembalang, Banyumanik Semarang, Jawa Tengah.

² CENURE (Center of Nutrition Research)

PENDAHULUAN

Wanita usia subur (WUS) didefinisikan sebagai wanita berusia antara 15-49 tahun tanpa memperhitungkan status perkawinannya.¹ Sebagai calon ibu, WUS merupakan kelompok rawan yang membutuhkan perhatian khusus untuk mempersiapkan kehamilan karena berkaitan erat dengan *outcome* kehamilan.² Kelompok WUS di Indonesia saat ini sedang menghadapi masalah gizi ganda (*Double Burden Malnutrition*) yang kompleks dan beragam, dimana persoalan anemia dan KEK (Kurang Energi Kronis) belum terselesaikan dengan baik, diikuti dengan meningkatnya prevalensi obesitas pada wanita usia subur.³ Penyebab utamanya yaitu kecenderungan gaya hidup dan kualitas diet WUS yang buruk.⁴

Obesitas merupakan salah satu beban masalah gizi ganda pada WUS akibat penimbunan lemak (adipositas) dalam tubuh sehingga meningkatkan risiko masalah kesehatan.⁵ Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar tahun 2013, prevalensi obesitas pada WUS di Indonesia mencapai 32,9%,⁶ dan 22,7% WUS di Kota Semarang mengalami obesitas.⁷ Sisi lain dari masalah gizi ganda adalah anemia. Berdasarkan RISKESDAS tahun 2013, prevalensi anemia pada wanita yaitu sebesar 23,9% lebih tinggi dari pada laki-laki.⁸ Anemia pada remaja putri 37,1% (RISKESDAS 2013) justru mengalami peningkatan menjadi 48,9% pada Riskesdas 2018, dengan proporsi anemia ada di kelompok umur 15-24 tahun dan 25-34 tahun. Penyebab anemia paling utama adalah defisiensi zat besi, adanya pendarahan, serta inflamasi kronis. Hal ini mempengaruhi homeostasis zat besi, berdampak pada penurunan jumlah zat besi dalam tubuh sehingga mengganggu proses eritropoiesis.^{9,10}

Obesitas terkait anemia salah satunya dipicu oleh adipositas yang mengakibatkan inflamasi tingkat rendah dengan mengaktifkan Interleukin-6 untuk menginduksi produksi hepsidin.¹¹ Peningkatan hepsidin menghambat kerja *ferroportin* sehingga besi tertahan di dalam makrofag dan hepatosit dan menghambat pelepasan besi ke plasma. Selain itu, absorpsi besi di enterosit juga terhambat sehingga penurunan jumlah besi dalam plasma menurun (hipoferremia). Hal ini dapat menurunkan potensi produksi hemoglobin sehingga mengarah pada kejadian anemia akibat inflamasi (*Anemia Chronic Disease*).¹²

Penelitian di Meksiko (2011) dan Australia (2013) menunjukkan kejadian anemia dan defisiensi besi pada wanita obesitas disertai dengan penurunan status besi seperti hipoferremia, *total iron binding capacity (TIBC)*, ferritin serum yang semakin rendah, dan peningkatan *C-Reactive Protein (CRP)*.^{11,13} Namun, penelitian lain di Colombia (2013) menunjukkan hasil yang kontras, yaitu adanya hubungan positif antara obesitas dan hemoglobin, ferritin, dan CRP pada wanita.¹⁴

Dampak obesitas secara independen maupun obesitas terkait anemia pada WUS diketahui memiliki

pengaruh penting pada kualitas kehidupan selanjutnya (*intergeneration impact*). Wanita obesitas lebih berisiko mengalami gangguan hormon reproduksi terkait ovulasi sehingga menyebabkan penurunan fertilitas, risiko diabetes gestasional dan preeklamsia, dan kelahiran bayi makrosomia atau usia kelahiran lebih, sehingga menyebabkan kelahiran sesar dan meningkatkan risiko kematian ibu maupun bayi akibat infeksi. Namun, permasalahan akibat obesitas dan anemia lebih kompleks, seperti risiko gangguan kognitif, kapasitas aerobik, sistem imun, dan produktivitas pada wanita, kehamilan risiko tinggi, kelahiran prematur dan BBLR, peningkatan gejala depresi dan anemia *post-partum*, peningkatan angka kematian ibu, risiko morbiditas tinggi akibat infeksi dan penyakit tidak menular yang dapat berlanjut pada anak yang dilahirkannya.^{4,15}

Mekanisme terjadinya penurunan status besi pada WUS obesitas selain akibat inflamasi, adanya peningkatan volume darah pada individu obesitas dan menstruasi pada WUS juga menyebabkan adanya kehilangan zat besi setiap bulannya, hal ini dapat mempengaruhi peningkatan pemenuhan zat gizi.¹⁶ Apabila tidak diimbangi dengan kualitas diet yang baik, maka dapat mendukung terjadinya anemia.¹⁷ Beberapa penelitian pada WUS terdahulu mengenai hubungan anemia dan status gizi mayoritas hanya berkaitan dengan dampak KEK. Namun, sebagai bentuk permasalahan gizi ganda, obesitas juga memiliki hubungan dengan anemia pada WUS.¹⁸ Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan status besi WUS pranikah obesitas dan non-obesitas serta perbedaan kualitas diet beserta komponennya pada WUS berdasarkan status besi dan status obesitas.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada mahasiswa aktif di setiap fakultas Universitas Diponegoro (UNDIP) Kota Semarang berusia 18 - 25 tahun. Ruang lingkup penelitian gizi masyarakat dengan desain *cross-sectional*. Data yang diambil berupa variabel dependen yaitu status besi (kadar Fe serum). Variabel independen yaitu status obesitas, dan variabel perantara yaitu kualitas diet berupa variasi, kecukupan, moderasi, dan keseimbangan keseluruhan (*overall balance*).

Skrining gizi dilakukan untuk memperoleh data karakteristik subjek dan pengukuran antropometri seperti berat badan (BB) dengan instrumen timbangan digital, tinggi badan (TB) dengan *microtoise*, sehingga didapatkan nilai indeks massa tubuh (IMT), persentase lemak tubuh (PLT) diukur dengan BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*). Pengukuran PLT dilakukan langsung oleh peneliti dengan sebelumnya memasukkan data tinggi badan, usia dan jenis kelamin. Kemudian subjek berdiri di atas BIA, dan menunggu sampai dengan data hasil pengukuran muncul di layar, hasil PLT dianalisis menggunakan nilai standart penentuan status



obesitas yang berlaku di Indonesia. Sebanyak 50 orang subjek terpilih menggunakan teknik *proportional stratified random sampling* sesuai kriteria inklusi seperti mahasiswi aktif Universitas Diponegoro berusia 18 – 25 tahun, kelompok obesitas berjumlah 25 orang (PLT \geq 35,0%) dan 25 non-obesitas (PLT = 16 – 24,9%),¹⁹ belum pernah menikah dan mengalami kehamilan, tidak sedang menstruasi dan konsumsi tablet besi selama berpartisipasi, tidak memiliki riwayat merokok dan infeksi atau inflamasi kronis (seperti diare, ISPA, jantung, stroke, hepatitis, dll), tidak dalam perawatan dokter selama 6 bulan terakhir, bersedia mengisi *informed consent*.

Pengambilan sampel darah sejumlah 3 ml oleh petugas laboratorium untuk mengetahui status besi (kadar Fe serum) yang dianalisis menggunakan metode *colorimetric*. Kadar Fe serum normal yaitu 80 – 180 $\mu\text{g/dl}$, dan $<$ 60 $\mu\text{g/dl}$ sudah tergolong defisiensi besi.^{20,21} Sebelumnya, subjek dipuasakan minimal 8 jam. Penilaian kualitas diet beserta komponennya berdasarkan analisis *Diet Quality Index-International (DQI-I)* melalui wawancara kebiasaan makan dengan SQ-FFQ (*Semi Quantitative - Food Frequency Questionnaire*). SQ-FFQ terdiri dari bahan makanan sumber karbohidrat, protein hewani, protein nabati, sayur-sayuran, buah-buahan, susu dan olahannya, sumber lemak (minyak), makanan ringan dan jajanan serta serba serbi. Hasil SQ-FFQ kemudian dihitung berdasarkan DQI-I yang terdiri dari empat kategori yaitu variasi, kecukupan, moderasi, dan keseimbangan keseluruhan. Untuk melakukan penilaian, skor masing-masing kategori dijumlahkan, kemudian skor dari seluruh kategori ditotal sehingga total DQI-I dapat bervariasi mulai dari 0 – 100 (0 adalah skor terendah dan 100 merupakan skor tertinggi). Kualitas diet dianggap rendah apabila total skor \leq 60% dari skor tertinggi dan apabila skor $>$ 60% maka kualitas diet dianggap baik/tinggi. Penilaian kualitas diet terdiri komponen variasi yang menggambarkan variasi diet berdasarkan kelompok makanan dan sumber protein. Komponen kecukupan menggambarkan tingkat pemenuhan zat gizi berdasarkan kebutuhan harian.

Komponen moderasi menunjukkan jumlah asupan zat gizi yang harus dibatasi terkait penyakit morbiditas. Komponen keseimbangan keseluruhan menggambarkan rasio asupan makronutrien dan asam lemak. Skor komponen variasi dan kecukupan yang lebih tinggi menunjukkan kualitas baik. Namun, semakin rendah skor moderasi dan keseimbangan keseluruhan menunjukkan konsumsi pangan berkualitas buruk.²²

Analisis univariat untuk mendeskripsikan karakteristik setiap variabel. Analisis bivariat untuk mengetahui perbedaan antar variabel. Uji normalitas data Saphiro Wilk dengan subjek \leq 50 orang. Analisis perbedaan status besi berdasarkan status obesitas menggunakan Independent-T Test. Analisis perbedaan kualitas diet dilakukan pada empat kelompok yaitu obesitas–status besi rendah [OB–SB(-)], obesitas–status besi normal [OB–SB(+)], non obesitas–status besi rendah [NOB–SB(-)], dan non obesitas–status besi normal [NOB–SB(+)]. Uji ini menggunakan One-way ANOVA dan Kruskal Wallis. Uji post-hoc dan Mann-Whitney lanjutan untuk mengetahui perbedaan kelompok yang paling signifikan. Penelitian ini telah mendapatkan izin (ethical clearance) dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran UNDIP-RSUP dr Kariadi Semarang dengan nomor 475/FK-RSDK/EC/VII/2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Karakteristik Subjek Penelitian

Data karakteristik yang ditampilkan berupa nilai rata-rata, standar deviasi, median, minimal, dan maksimal berdasarkan usia, BB, TB, IMT, PLT, kadar Fe serum, kualitas diet (Tabel 1). Distribusi usia, status gizi, status besi, dan kualitas diet subjek ditampilkan pada Tabel 2.

Rata-rata usia subjek dalam penelitian ini adalah 20,1 \pm 1,3 tahun, dengan rata-rata status gizi berdasarkan IMT yaitu 24,9 \pm 6,2 kg/m² tergolong overweight. Rata-rata kadar Fe serum subjek yaitu 91,6 \pm 24,5 $\mu\text{g/dl}$, tergolong normal. Rata-rata skor kualitas diet pada subjek tergolong rendah yaitu 52,04 \pm 5,2 (Tabel 1).

Tabel 1. Gambaran Karakteristik Subjek Penelitian Berdasarkan Nilai Minimum, Maksimum, Rata-rata, dan Standar Deviasi

Variabel	Min	Max	Median	Rata-rata \pm SD
Usia (Tahun)	18	22	20	20,1 \pm 1,3
BB (kg)	43,6	107,3	52,8	58,5 \pm 14,8
TB (cm)	141	173,5	153,7	154,2 \pm 5,1
IMT (kg/m ²)	18,6	43,8	22,6	24,9 \pm 6,2
PLT (%)	18,1	45	30	31,2 \pm 8,3
Kadar Fe Serum ($\mu\text{g/dl}$)	48,5	151,5	90,6	91,6 \pm 24,5
Kualitas Diet (skor)	39	63	51,5	52,04 \pm 5,2

Mayoritas subjek penelitian dengan proporsi 70% berusia 20 – 22 tahun. Berdasarkan IMT, setengah dari jumlah subjek memiliki status gizi normal, dan lainnya dengan status gizi overweight, dan obesitas. Sebanyak 72% subjek memiliki status besi normal, dan 28% memiliki status besi rendah. (Tabel 2).

Wanita usia subur (WUS) tergolong dalam kelompok peralihan masa remaja akhir hingga dewasa

awal, yang secara fisiologis sudah mengalami kematangan fungsi organ reproduksi. Periode ini merupakan periode sensitif. Apabila tidak diperhatikan dengan baik, akan meningkatkan risiko masalah gizi berkelanjutan (*Intergeneration Impact*), sebagai penyumbang risiko morbiditas dan penyakit tidak menular (*Non-communicable Disease*) paling utama.⁴



Tabel 2. Distribusi Karakteristik Subjek Penelitian Berdasarkan Usia, Status Gizi, Status Besi, dan Kualitas Diet

Variabel	n	%
Usia		
18 – 19 tahun	15	30
20 – 22 tahun	35	70
Status Gizi (IMT)		
Normal (18,5 - 22,99) kg/m ²	25	50
Overweight (23 - 27,49) kg/m ²	8	16
Obesitas (≥ 27,5) kg/m ²	17	34
Status Besi (Fe serum)		
Rendah (< 80) µg/dl	14	28
Normal (80 - 180) µg/dl	36	72
Kualitas Diet		
Rendah (≤ 60) skor	47	94
Tinggi (> 60) skor	3	6

Perkembangan dari beberapa penelitian telah mendukung status gizi WUS yang tepat pada masa prakonsepsi sebagai *windows opportunity* bagi persiapan periode 1000 HPK (Hari Pertama Kehidupan).² Status gizi adalah inti dan isu terkini terkait WUS, dikarenakan berkaitan dengan kesehatan sistem reproduksi. Masalah gizi pada WUS banyak dipengaruhi oleh gaya hidup seperti buruknya kualitas diet, ketidak-seimbangan pemenuhan zat gizi makro maupun mikro yang dapat

terjadi secara bersamaan, disebut dengan masalah gizi ganda.⁴ Salah satunya adalah obesitas terkait anemia yang dapat dilihat dari pengukuran antropometri seperti IMT dan PLT, serta deteksi anemia melalui pemeriksaan status besi.⁵ Penelitian ini dilakukan pada mahasiswi Universitas Diponegoro dengan rata-rata usia 20,1±1,3 tahun yang terdiri dari 25 orang dengan kategori obesitas dan 25 orang non-obesitas berdasarkan PLT, dengan rata rata IMT yaitu 24,9±6,2 kg/m² yang tergolong *overweight*.

Status Besi Berdasarkan Status Obesitas Subjek Penelitian

Sebanyak 20% subjek obesitas memiliki status besi rendah, sedangkan subjek non-obesitas hanya 8% yang memiliki status besi rendah. Hasil analisis perbedaan status besi berdasarkan status obesitas subjek disertai dengan nilai rata-rata, standar deviasi, minimum dan maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis perbedaan status besi subjek penelitian berdasarkan status obesitas. Nilai rata-rata status besi pada subjek obesitas (83,9±20,7 µg/dl) lebih rendah dibandingkan subjek non-obesitas (99,2±26,03 µg/dl), dan nilai ini tergolong normal. Terdapat perbedaan signifikan antara status besi WUS obesitas dan non-obesitas dengan nilai p = 0,027.

Tabel 4. Perbedaan Status Besi Berdasarkan Status Obesitas

Variabel	Obesitas			Non-Obesitas			p
	Min	Max	Rata-rata±SD	Min	Max	Rata-rata ± SD	
Status besi (µg/dl)	50,8	121,5	83,9±20,7	48,5	151,5	99,2±26,1	0,027 ^{a*}

^aIndependent-T Test

*Signifikan

Hasil menunjukkan bahwa terdapat 20% subjek WUS yang memiliki status besi (kadar Fe serum) rendah tergolong obesitas. Terdapat perbedaan yang signifikan antara status besi WUS obesitas dan non-obesitas dengan nilai p = 0,027. Nilai rata-rata status besi WUS obesitas yaitu 83,9±20,7 µg/dl lebih rendah dibandingkan WUS non-obesitas yaitu 99,2±26,03 µg/dl. Hasil ini sejalan dengan penelitian di Meksiko pada tahun 2011, yang menunjukkan bahwa 51,6% wanita obesitas memiliki kadar Fe serum lebih rendah (62,6±29,5 µg/dl) dibandingkan dengan wanita non-obesitas (72,4±34,6 µg/dl).¹² Penelitian lainnya pada wanita usia remaja akhir di Taiwan pada tahun 2014 mengenai hubungan antara obesitas dan status besi lainnya juga menunjukkan hasil yang sama, bahwa subjek obesitas memiliki kadar Fe serum rendah yang lebih rendah dibandingkan subjek non-obesitas dengan nilai p < 0,001.²³

Wanita usia subur obesitas lebih rentan mengalami anemia dibandingkan dengan wanita non-obesitas melalui penurunan status besi. Penurunan status besi pada wanita obesitas dijelaskan oleh beberapa mekanisme. Salah satunya adalah obesitas yang ditandai penumpukan lemak dalam tubuh (adipositas). Adipositas memicu inflamasi tingkat rendah (*Low-Grade Inflammation*). Jaringan lemak dikenal

sebagai salah satu jaringan endokrin yang berkontribusi dalam proses inflamasi dengan mengeluarkan mediator proinflamasi, hormon, sitokin, dan adipokin, yang berhubungan dengan proses metabolik. Mediator inflamasi seperti interleukin-6 dan leptin dapat menstimulasi hati untuk memproduksi *acute phase reactan* berupa hepsidin (*25 amino acid peptide*) ke dalam sirkulasi portal lebih tinggi secara bermakna pada orang obesitas dibandingkan non-obesitas.²⁴

Hepsidin merupakan peptida yang dihasilkan di hati yang dianggap sebagai regulator mayor absorpsi dan pelepasan zat besi. Produksi hepsidin yang berlebihan dapat menghambat penyerapan besi di enterosit dan juga berinteraksi dengan *transmembrane iron exporter* dari sel pada membran makrofag, hepatosit, dan sisi basolateral dari enterosit yaitu *ferroportin*. Hepsidin menginduksi internalisasi dan pemecahan *ferroportin* sehingga besi tertahan di dalam makrofag dan menghambat pelepasan besi ke dalam sirkulasi darah (plasma), selain itu absorpsi di di enterosit juga terhambat, sehingga kadar besi dalam plasma menurun (*hypoferrremia*). Ketersediaan besi dalam plasma yang rendah dapat menurunkan potensi produksi hemoglobin sehingga mengarah pada anemia terutama *Anemia Chronic Disease*.¹²



Tabel 3. Gambaran Kualitas Diet

Kualitas Diet	Kategori	n (%)
Kelompok sayuran (porsi/hari)	Baik (≥ 3)	7 (14)
	Cukup ($< 3 - 1,5$)	30 (60)
	Kurang ($< 1,5$)	13 (26)
Kelompok buah (porsi/hari)	Baik (≥ 2)	4 (8)
	Cukup ($< 2 - 1$)	23 (46)
	Kurang (< 1)	23 (46)
Makanan pokok (porsi/hari)	Baik (≥ 3)	35 (70)
	Cukup ($< 3 - 2$)	13 (26)
	Kurang (< 2)	2 (4)
Serat (g/hari)	Baik (≥ 20)	10 (20)
	Cukup ($< 20-10$)	21 (42)
	Kurang (< 10)	19 (38)
Protein (% energi/hari)	Baik (≥ 15)	18 (36)
	Cukup ($< 15-10$)	32 (64)
	Kurang (< 10)	1 (2)
Zat besi (% AKG/hari)	Baik (≥ 100)	15 (30)
	Cukup ($<100-50$)	34 (68)
	Kurang (< 50)	1 (2)
Kalsium (% AKG/hari)	Baik (≥ 100)	16 (32)
	Cukup ($<100-50$)	33 (66)
	Kurang (< 50)	20 (40)
Vitamin C (%AKG/hari)	Baik (≥ 100)	18 (36)
	Cukup ($<100-50$)	12 (24)
	Kurang (< 50)	6 (12)
Total lemak (% energi/hari)	Baik (≤ 30)	44 (88)
	Lebih (> 30)	13 (26)
	Lebih (> 10)	37 (74)
Lemak jenuh (% energi/hari)	Baik (≤ 300)	25 (50)
	Lebih (> 300)	25 (50)
	Lebih (> 10)	8 (16)
Kolesterol (mg/hari)	Baik (≤ 2400)	42 (84)
	Lebih (> 2400)	8 (16)
	Lebih (> 10)	30 (60)
Natrium (mg/hari)	Baik (≤ 10)	20 (40)
	Lebih (> 10)	30 (60)
	Lebih (> 10)	8 (16)
Makanan rendah zat gizi (% energi/hari)	Baik ($< 65 - 55$)	31 (62)
	Cukup ($< 55-45$)	11 (22)
	Kurang (< 45)	49 (98)
Karbohidrat (% energi/hari)	Baik (≤ 2500)	1 (2)
	Lebih (> 2500)	9 (18)
	Lebih (> 2500)	3 (6)
Asam fitat (mg/hari)	Baik ($\leq 110 - 80$)	16 (32)
	Cukup ($< 80-70$)	22 (44)
	Kurang (< 70)	16 (32)
Total Energi (% Kecukupan/hari)	Baik ($\leq 110 - 80$)	9 (18)
	Cukup ($< 80-70$)	3 (6)
	Kurang (< 70)	16 (32)
	Lebih (> 110)	22 (44)

Penyebab penurunan status besi pada wanita obesitas lainnya yaitu peningkatan volume darah pada individu obesitas yang dapat mempengaruhi pemenuhan kebutuhan zat gizi terutama zat besi sebagai sumber produksi hemoglobin dalam sel darah merah.¹⁶ Selain itu, kejadian menstruasi pada WUS juga menandakan adanya kehilangan zat besi yang berlebihan setiap bulannya. Apabila tidak diimbangi kualitas diet yang baik, seperti tingginya makanan dengan densitas energi yang tinggi, rendahnya asupan zat besi dan *enhancer* penyerapannya, maka dapat mendukung terjadinya anemia.¹⁷

Gambaran Kualitas Diet Subjek Penelitian

Gambaran distribusi pemenuhan zat gizi berdasarkan sub-komponen DQI-I seluruh subjek dapat

dilihat pada Tabel 3. Data dikategorikan berdasarkan panduan DQI-I dan Angka Kecukupan Gizi (AKG) 2013.²⁵

Tabel 3 menunjukkan distribusi pemenuhan zat gizi berdasarkan sub-komponen DQI-I dari seluruh subjek penelitian. Persentase pemenuhan tersebut memperlihatkan rendahnya pola kebiasaan diet pada WUS yang mayoritasnya (94%) tergolong memiliki kualitas rendah. Kecukupan diet berdasarkan zat gizi yang berkaitan dengan kejadian obesitas dan anemia seperti sayuran, buah-buahan, serat, zat besi, kalsium dan vitamin C masih tergolong belum mencukupi. Asupan zat besi pada 68% WUS obesitas maupun non-obesitas tergolong kurang. Namun, mayoritas WUS sudah mengasup protein, kalsium, vitamin C, dan asam fitat yang cukup. Mayoritas WUS dalam penelitian ini kurang asupan serat, sayuran dan buah-buahan, dengan



frekuensi berturut-turut yaitu 38%, 26%, 46%.komponen moderasi, pola konsumsi WUS terhadap makanan yang harus dibatasi dan berhubungan dengan risiko morbiditas seperti obesitas tergolong tinggi. Secara berturut-turut, sebanyak 88%, 74%, 50%, dan 60% WUS memiliki asupan lemak total, lemak jenuh, kolesterol, dan makanan rendah zat gizi yang berlebihan. Maka dari itu, keseimbangan asupan yang terlihat dari rasio makronutrien dengan proporsi asupan lemak yang lebih tinggi. Asupan energi total melebihi kebutuhan setiap harinya juga ditemukan pada 44% WUS dalam penelitian ini, namun pemenuhan variasi makanan sudah tergolong cukup baik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas WUS (94%) memiliki kualitas diet yang tergolong rendah dengan rata rata skor DQI-I yaitu $52,04 \pm 5,2$. Penelitian terdahulu oleh Hira Khan tahun 2017 di Lahore menyatakan bahwa mayoritas mahasiswi di *Kinnaird College for Women* memiliki rata-rata skor kualitas diet berdasarkan DQI-I yang rendah yaitu $57,27 \pm 9,86$.²⁶ Penelitian lainnya pada tahun 2016 di Jepang, menunjukkan bahwa mayoritas wanita usia dewasa muda memiliki skor kualitas diet berdasarkan *Diet History Questionnaire* (DHQ) *original* maupun modifikasi yang rendah (< 70) dengan nilai rata-rata berturut-turut yaitu $33,6 \pm 7,5$ dan $43,6 \pm 8,0$. Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan kategori usia lainnya (dewasa menengah dan akhir). Tingkat kepatuhan diet berdasarkan rekomendasi diet berhubungan dengan rendahnya risiko obesitas pada WUS.²⁷ Hal ini membuktikan bahwa mayoritas WUS dengan berbagai usia terutama mahasiswi memiliki kualitas diet yang masih tergolong rendah sebagai dampak dari pengaruh gaya hidup dan kondisi lingkungan di sekitar subjek yang mempengaruhi pola diet sesungguhnya maupun yang sudah dimodifikasi pada tiap individu.^{26,27}

Kualitas diet pada WUS dalam penelitian ini dapat dilihat berdasarkan jumlah dan jenis konsumsi zat gizi setiap hari. Penilaian kualitas berdasarkan kecukupan pemenuhan beberapa zat gizi yang memiliki kaitan dengan kejadian obesitas dan anemia pada WUS dalam penelitian ini masih tergolong belum optimal. Asupan zat besi pada 68% seluruh subjek WUS tergolong kurang. Mayoritas WUS dalam penelitian ini kurang dalam mengkonsumsi serat terutama berasal dari sumber sayur dan buah-buahan, dengan frekuensi

berturut-turut yaitu 38%, 26%, 46%. Namun, keseluruhan subjek sudah mengasup protein, kalsium, vitamin C, dan asam fitat yang cukup.

Berdasarkan komponen moderasi, pola konsumsi WUS terhadap makanan yang harus dibatasi dan berhubungan dengan risiko morbiditas seperti obesitas tergolong tinggi. Secara berturut-turut, sebanyak 88%, 74%, 50%, dan 60% WUS memiliki asupan lemak total, lemak jenuh, kolesterol, dan makanan rendah zat gizi yang berlebihan. Maka dari itu, keseimbangan asupan secara keseluruhan yang terlihat dari rasio makronutrien tidak seimbang dengan proporsi asupan lemak yang lebih tinggi. Asupan energi total yang melebihi kebutuhan setiap harinya juga ditemukan pada 44% WUS dalam penelitian ini, namun pemenuhan variasi makanan sudah tergolong cukup baik. Penelitian terdahulu pada tahun 2010 membuktikan bahwa wanita dengan kualitas diet rendah memiliki risiko masalah gizi yang lebih tinggi, dengan pemenuhan makanan dengan densitas energi tinggi seperti asupan lemak total, kolesterol, dan lemak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan makanan dengan densitas energi lebih rendah seperti sayuran hijau dan buah-buahan sehingga asupan serat dan mikronutrien tidak terpenuhi secara optimal.²⁸

Perbedaan Kualitas Diet Berdasarkan Status Besi dan Status Obesitas

Hasil analisis perbedaan kualitas diet berdasarkan status besi dan obesitas dari subjek penelitian yang terdiri dari kelompok obesitas–status besi rendah [OB–SB(-)], obesitas–status besi normal [OB–SB(+)], non obesitas–status besi rendah [NOB–SB(-)], dan non obesitas–status besi normal [NOB–SB(+)]. Hasil disajikan dalam bentuk rata-rata \pm SD, dan nilai p untuk menentukan dua kelompok dengan perbedaan yang paling signifikan.

Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kualitas diet, beserta komponen kecukupan dan moderasi antara semua kelompok subjek, $p < 0,05$. Namun, komponen variasi dan keseimbangan keseluruhan tidak menunjukkan perbedaan signifikan, $p > 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut, uji lanjutan dilakukan pada variabel kualitas diet, komponen kecukupan dan moderasi untuk mengetahui perbedaan antar dua kelompok yang paling signifikan.

Tabel 5. Perbedaan Kualitas Diet dan Komponennya pada Kelompok Subjek Penelitian

Variabel	OB–SB(-)	OB–SB(+)	NOB–SB(-)	NOB – SB(+)	p
Kualitas Diet	50,1 \pm 5,4	49,9 \pm 3,7	52,0 \pm 7,6	54,5 \pm 4,9	0,033^{a*}
Variasi	19,8 \pm 0,6	18,8 \pm 1,8	19,0 \pm 1,2	19,14 \pm 1,4	0,360 ^b
Kecukupan	24,6 \pm 5,2	23,7 \pm 4,1	14,0 \pm 3,7	17,6 \pm 3,9	0,001^{b*}
Moderasi	5,7 \pm 2,6	7,4 \pm 2,2	18,0 \pm 2,5	16,4 \pm 2,4	0,001^{b*}
Keseimbangan Keseluruhan	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	1,0 \pm 2,0	1,3 \pm 2,5	0,083 ^b

^a *One-Way ANOVA*

^b *Kruskal Wallis*

*Signifikan

Tabel 6 menunjukkan bahwa perbedaan kualitas diet yang signifikan terdapat pada kelompok OB – SB(-) dengan nilai rata-rata skor 50,1 \pm 5,4 maupun kelompok OB – SB(+), dengan nilai rata-rata skor 49,9 \pm 3,7 yang tergolong lebih rendah dibandingkan dengan kelompok NOB – SB(+), dengan nilai rata-rata 54,5 \pm 4,9 dibuktikan

dengan nilai $p < 0,05$. Perbedaan berdasarkan komponen kecukupan terdapat pada kelompok OB–SB(-) dengan nilai rata-rata 24,6 \pm 5,2 yang tergolong lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok NOB-SB(-) dan NOB–SB(+), dengan nilai rata-rata berturut-turut yaitu 14,0 \pm 3,7 dan 17,6 \pm 3,9. Kelompok OB–SB(+), dengan nilai rata-rata



23,7±4,1 juga menunjukkan skor kecukupan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok NOB–SB(-) maupun NOB–SB(+) dengan nilai rata-rata berturut-turut yaitu 14,0±3,7 dan 17,6±3,9. Hal ini dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$. Perbedaan komponen moderasi yang signifikan terdapat pada kelompok OB–SB(-) dengan nilai rata-rata 5,7±2,6 yang tergolong lebih rendah skor

moderasinya dibandingkan dengan kelompok NOB–SB(-) dengan nilai rata-rata 18,0±2,5 maupun terhadap kelompok NOB–SB(+) dengan nilai rata-rata 16,4±2,4. Selain itu, kelompok OB–SB(+) juga menunjukkan perbedaan skor moderasi yang signifikan dengan kelompok NOB–SB(-) maupun terhadap kelompok NOB–SB(+). Hal ini dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$.

Tabel 6. Perbedaan Kualitas Diet Beserta Komponen Kecukupan dan Moderasi antara Dua Kelompok Subjek Penelitian

Variabel	Kelompok I	Rata-rata±SD	Kelompok 2	Rata-rata±SD	p
Kualitas Diet	OB – SB(-)	50,1±5,4	OB – SB(+)	49,9±3,7	0,934 ^a
			NOB – SB(-)	52,0±7,6	0,516 ^a
			NOB – SB(+)	54,5±4,9	0,025^{a*}
	OB – SB(+)	49,9±3,7	NOB – SB(-)	52,0±7,6	0,458 ^a
			NOB – SB(+)	54,5±4,9	0,009^{a*}
			NOB – SB(-)	52,0±7,6	0,360 ^a
Kecukupan	OB – SB(-)	24,6±5,2	OB – SB(+)	23,7±4,1	0,376 ^b
			NOB – SB(-)	14,0±3,7	0,011 ^b
			NOB – SB(+)	17,6±3,9	0,001^{b*}
	OB – SB(+)	23,7±4,1	NOB – SB(-)	14,0±3,7	0,006 ^{b*}
			NOB – SB(+)	17,6±3,9	0,001^{b*}
			NOB – SB(-)	14,0±3,7	0,134 ^b
Moderasi	OB – SB(-)	5,7±2,6	OB – SB(+)	7,4±2,2	0,099 ^b
			NOB – SB(-)	18,0±2,5	0,004 ^{b*}
			NOB – SB(+)	16,4±2,4	0,001^{b*}
	OB – SB(+)	7,4±2,2	NOB – SB(-)	18,0±2,5	0,001 ^{b*}
			NOB – SB(+)	16,4±2,4	0,001^{b*}
			NOB – SB(-)	18,0±2,5	0,209 ^b

^a One Way ANOVA (Post-hoc Test)

^b Mann-Whitney

*Signifikan

Uji beda antara beberapa kelompok dalam penelitian ini menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kualitas diet, komponen kecukupan, dan moderasi berdasarkan status besi dan status obesitas dengan nilai $p < 0,05$. Perbedaan kualitas diet terlihat pada kelompok OB – SB(-) dengan nilai rata-rata skor 50,1±5,4 maupun kelompok OB – SB(+) dengan nilai rata-rata skor 49,9±3,7 yang tergolong lebih rendah dibandingkan dengan kelompok NOB – SB(+) dengan nilai rata-rata 54,5±4,9 dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$. Hal ini berarti bahwa subjek yang tergolong dalam kelompok obesitas baik dengan status besi rendah maupun normal (OB-SB(-) dan OB-SB(+)) memiliki skor kualitas diet lebih rendah dibandingkan kelompok non-obesitas dengan status besi normal (NOB-SB(+)). Penelitian pada tahun 2013-2014 pada WUS di Maroco dan Tunisia menyatakan bahwa kualitas diet yang menyebabkan masalah gizi ganda seperti obesitas terkait anemia sangat menggambarkan berdasarkan pola diet dan gaya hidup yang dapat berdampak pada masalah kesehatan terutama dua masalah gizi obesitas dan anemia. Kelompok obesitas cenderung memiliki *sedentary lifestyle* disertai asupan dengan tinggi densitas

energi namun tidak diimbangi dengan asupan zat besi yang adekuat dan rendah mikronutrien lainnya.²⁹

Perbedaan kualitas diet berdasarkan komponen kecukupan terdapat pada kelompok OB–SB(-) dengan nilai rata-rata 24,6±5,2 yang tergolong lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok NOB-SB(-) dan NOB–SB(+) dengan nilai rata-rata berturut-turut yaitu 14,0±3,7 dan 17,6±3,9. Kelompok OB–SB(+) dengan nilai rata-rata 23,7±4,1 juga menunjukkan skor kecukupan pemenuhan zat gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok NOB–SB(-) maupun NOB–SB(+) dengan nilai rata-rata berturut-turut yaitu 14,0±3,7 dan 17,6±3,9. Hal ini dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$. Komponen kecukupan pada kualitas diet menggambarkan kesesuaian jumlah asupan per hari berdasarkan kebutuhan, seperti kelompok sayur dan buah-buahan, serat, protein, vitamin C, kalsium, dan zat besi. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok obesitas cenderung memenuhi kecukupan asupan lebih tinggi dibandingkan kelompok non-obesitas. Banyak studi yang mendukung bahwa kelompok BMI yang lebih tinggi memiliki pemenuhan zat gizi yang lebih baik akibat gaya hidup yang berkaitan dengan pola konsumsi pangan lebih banyak setiap harinya.³⁰ Kontras dengan penelitian mengenai



pengukuran kualitas diet pada wanita menggunakan *Framingham nutritional risk score (FNRS)*, menunjukkan bahwa wanita obesitas cenderung memiliki asupan mikronutrien yang lebih rendah dibandingkan wanita non-obesitas.²⁸ Kecukupan protein, serat, vitamin C, dan zat besi pada kelompok obesitas cenderung lebih besar dibandingkan subjek non-obesitas. Sehingga tidak terdapat pengaruh khusus dari pemenuhan zat gizi tersebut terhadap status besi subjek obesitas. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan hasil yang sama.^{31,32}

Perbedaan komponen moderasi yang signifikan terdapat pada kelompok OB-SB(-) dengan nilai rata-rata 5,7±2,6 yang tergolong lebih rendah skor moderasinya dibandingkan dengan kelompok NOB-SB(-) dengan nilai rata-rata 18,0±2,5 maupun terhadap kelompok NOB-SB(+) dengan nilai rata-rata 16,4±2,4. Selain itu, kelompok OB-SB(+) juga menunjukkan perbedaan skor moderasi yang signifikan dengan kelompok NOB-SB(-) maupun terhadap kelompok NOB-SB(+). Hal ini dibuktikan dengan nilai $p < 0,05$. Komponen moderasi merupakan suatu penilaian terhadap pola konsumsi pangan yang jenis dan jumlahnya harus dibatasi karena berkaitan dengan risiko morbiditas dan penyakit degeneratif. Hasil menunjukkan bahwa kelompok obesitas dengan status besi yang rendah maupun normal memiliki skor moderasi lebih rendah dibandingkan kelompok non-obesitas dengan status besi rendah maupun normal. Semakin rendah skor moderasi maka semakin tinggi kecenderungan diet tinggi densitas energi seperti lemak total, lemak jenuh, kolesterol, natrium, dan makanan rendah zat gizi namun rendah mikronutrien.

Penelitian mengenai pengukuran kualitas diet pada wanita menggunakan *Framingham nutritional risk score (FNRS)*, menunjukkan bahwa skor FNRS yang rendah pada komponen diet tinggi lemak, karbohidrat, alkohol, minuman manis berenergi, maupun sumber gula sederhana lainnya.²⁸ Hubungan antara komponen moderasi dan obesitas dengan status besi terlihat pada dampak dari asupan tinggi energi dari sumber lemak, natrium, dan makanan rendah zat gizi yang dapat memicu adipositas dan menghambat regulasi zat besi dalam tubuh melalui peran hepsidin. Sebuah penelitian terhadap fenotip tikus obesitas menunjukkan bahwa efek pemberian diet tinggi lemak menunjukkan peran hepsidin yang spesifik sehingga menimbulkan hipoferrimia pada fenotip tikus (*Tmprss6*) sehingga terjadi defisiensi besi di dalam plasma darah.³³

Hasil uji beda terhadap komponen variasi dan keseimbangan keseluruhan antar kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p > 0,05$. Hal ini diketahui berdasarkan hasil pengkajian asupan makanan bahwa variasi makanan di antara semua kelompok cenderung sama, dengan variasi yang beragam. Komponen variasi dapat dinilai dari jumlah dan jenis kelompok makanan dan sumber protein. Komponen keseimbangan keseluruhan antara semua kelompok juga cenderung sama. Rata-rata kelompok obesitas dengan status besi rendah maupun normal memiliki nilai rasio makronutrien dan asam lemak yaitu 0. Namun, kelompok non-obesitas dengan status besi rendah maupun normal memiliki nilai rasio makronutrien dan asam lemak yang lebih tinggi.

Penelitian terdahulu menunjukkan variasi makanan pada seluruh kelompok BMI cenderung sama namun hanya jumlah pemenuhannya yang berbeda-beda sehingga dapat mempengaruhi keseimbangan asupan per hari. Hal ini tidak berpengaruh signifikan pada status besi.¹¹

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa subjek obesitas ternyata memiliki status besi yang lebih rendah. Penilaian DQI-I pada penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas subjek obesitas memiliki skor kualitas diet beserta komponennya yang lebih rendah dibandingkan kelompok non-obesitas, namun tidak menunjukkan adanya perbedaan kualitas diet berdasarkan status besi. Hal ini dapat dinilai berdasarkan komponen kecukupan bahwa asupan yang berhubungan dengan status besi seperti protein, zat besi, kalsium, dan vitamin C pada subjek obesitas lebih tinggi pemenuhannya dibandingkan subjek non-obesitas. Sehingga asupan tersebut tidak menjadi penyebab independen penurunan status besi pada WUS berdasarkan status obesitasnya.

Kualitas diet merupakan hal penting yang perlu diperhatikan pada WUS, karena setiap individu memiliki kebutuhan dan tingkat kecukupan zat gizi yang berbeda-beda. Sehingga berhubungan dengan perubahan fisiologis yang terus berlanjut hingga masa kehamilan dan menyusui. Intervensi gizi perlu dilakukan untuk mengatasi beban masalah gizi ganda sebagai langkah preventif selama masa prekonsepsi. Terutama dampak dari obesitas terhadap kejadian anemia akibat kualitas diet selama masa sebelum kehamilan yang buruk, sehingga dapat menurunkan kualitas kehamilan dan kehidupan selama periode 1000 HPK.

Kelebihan penelitian ini adalah menganalisis adanya profil status besi pada wanita usia subur yang mengalami obesitas, dan menggali profil kualitas diet pada subjek yang mengalami obesitas dan anemia. Namun sayangnya keterbatasan penelitian ini adalah jumlah subjek yang terbatas, dan belum sampai menganalisis pada besar efek inflamasi yang ditimbulkan oleh obesitas terhadap status besi. Hal ini dapat dilihat melalui pemeriksaan biomarker lainnya seperti IL-6, CRP, sTfR, dan Hcpidin, sehingga dapat membedakan anemia akibat inflamasi (Anemia Chronic Disease), defisiensi besi (*Iron Deficiency*), maupun anemia defisiensi besi (*Iron Deficiency Anemia*).

KESIMPULAN

Sebanyak 20% subjek obesitas memiliki status besi rendah dan 94% subjek memiliki rata-rata skor kualitas diet rendah yaitu 52,04±5,2. Status besi WUS obesitas berbeda signifikan dengan WUS non-obesitas, $p=0,027$. Kelompok WUS obesitas dengan status besi rendah memiliki skor kualitas diet dan moderasi lebih rendah, namun memiliki skor kecukupan lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya, $p<0,05$. Komponen variasi dan keseimbangan keseluruhan tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar semua kelompok, $p>0,05$.



ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Ilmu Gizi FK Universitas Diponegoro (UNDIP), Institusi pemberi dana hibah RPP (Riset Pengembangan Penerapan) UNDIP, Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) FK UNDIP dan RSUP dr Kariadi Semarang, serta mahasiswi UNDIP sebagai subjek penelitian ini.

REFERENSI

1. Kementerian Kesehatan. Data Sasaran Program Kementerian Kesehatan Tahun 2010. (2010).
2. Saphira, N. Prenatal Nutrition: A Critical Window of Opportunity for Mother and Child. *J. Womens Health* **4**, 639–656 (2008).
3. Indonesia Health Sector Review. Indonesia: Menghadapi Beban Ganda Malnutrisi. (2012).
4. Mark A. Hanson Anne Bardsley Luz Maria De-Regil Sophie E. Moore Emily Oken Lucilla Poston Ronald C. Ma Fionnuala M. McAuliffe Ken Maleta Chittaranjan N. Purandare Chittaranjan S. Yajnik Hamid Rushwan Jessica L. Morris. The International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) recommendations on adolescent, preconception, and maternal nutrition: “Think Nutrition First”#. *Int. J. Gynecol. Obstet.* **131**, S213–S253 (2015).
5. James O. Hill, Holly R. Wyatt, John C. Peters. Energy Balance and Obesity. *J. Circ.* **126**, 126–132 (2012).
6. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar. (2013).
7. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Hasil Riset Kesehatan Dasar Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009. (2009).
8. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar. (2013).
9. Jian Wang, Kostas Pantopoulos. Regulation of cellular iron metabolism. *Biochem. J.* **434**, 365–381 (2011).
10. Nils Milman. Anemia – still a major health problem in many parts of the world! *Ann Hematol* **90**, 369–377 (2011).
11. Ana Cepeda, Alida Melse, Francisco Gonzalez-Salazar, Salvador Villalpando, Saskia Osendarp, Isabelle Herter-Aeberli, Edith Feskens, Michael B Zimmermann. Sharply higher rates of iron deficiency in obese Mexican women and children are predicted by obesity-related inflammation rather than by differences in dietary iron intake. *Am. J. Clin. Nutr.* **93**, 975–983 (2011).
12. Tomas Ganz, Elizabeta Nemeth. Hcpidin and Iron homeostasis. *Biochim Biophys Acta* **1823**, 1434–1443 (2012).
13. Hoi Lun Cheng, Christian E. Bryant, Kieron B. Rooney, Katharine S. Steinbeck, Hayley J. Griffin, Peter Petocz, Helen T. O’Connor. Iron, hepcidin and inflammatory status of young healthy overweight and obese women in Australia. *PLOS One* **8**, e68675 (2013).
14. Katarzyna Kordas, Zulma Yanira Fonseca Centeno, Helena Pachón, Ana Zulema Jimenez Soto. Being overweight or obese is associated with lower prevalence of anemia among Colombian women of reproductive age. *J. Nutr.* **143**, 175–181 (2013).
15. Lisa M. Bodnar, Anna Maria Siega-Riz, Mary E. Cogswell. High Prepregnancy BMI Increases the Risk of Postpartum Anemia. *Obes. Res.* **12**, 941–948 (2004).
16. Esma Güldal Altunoğlu, Cüneyt Müderrisoğlu, Füsün Erdenen, Ender Ülgen, M. Cem Ar. The Impact of Obesity and Insulin Resistance on Iron and Red Blood Cell Parameters: A Single Center, Cross-Sectional Study. *Turk J Hematol* **31**, 61–67 (2014).
17. Rachel M Burke, Juan Sebastián Sánchez León, Parminder S Suchdev. Identification, Prevention and Treatment of Iron Deficiency during the First 1000 Days. A Review Article. *Nutrients* **6**, 4093–4114 (2014).
18. Ursula Viana Bagnia, Ronir Raggio Luiz, Gloria Valeria da Veiga. Overweight is associated with low hemoglobin levels in adolescent girls. *Obes. Res. Clin. Pract.* **7**, e218–e229 (2013).
19. Leigh Peele. *Body Fat Percentage: The Complete Guide To Evaluation and Measurement.* (2010).
20. Ajeng Amalia, Agustyas Tjiptaningrum. Diagnosis dan Tatalaksana Anemia Defisiensi Besi. *Majority* **5**, 166–169 (2016).
21. World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention. *Assessing the Iron Status of Population: including literature reviews.* (World Health Organization, 2007).
22. Ángel Gil, Emilio Martínez de Victoria, Josune Olza. Indicators for the Evaluation of Diet Quality. *Nutr. Hosp.* **31**, 128–144 (2015).
23. Ya-Fang Huang, Teck-Siang Tok, Chin-Li Lu, Hsing-Ching Ko, Min-Yu Chen, Solomon Chih-Cheng Chen. Relationship Between being Overweight and Iron Deficiency in Adolescents. *Pediatr. Neonatol.* **56**, 386–392 (2015).
24. Ivana De Domenico, Tian Y. Zhang, Curry L. Koenig, Ryan W. Branch, Nyal London, Eric Lo, Raymond A. Daynes, James P. Kushner, Dean Li, Diane M. Ward, Jerry Kaplan. Hcpidin mediates transcriptional changes that modulate acute cytokine-induced inflammatory response in mice. *J. Clin. Invest.* **122**, 2326 (2012).
25. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun tang Angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa Indonesia. (2013).
26. Hira Khan. Effect of Diet Quality on Academic Achievement Among Female College Students. *Prog. Nutr.* **19**, 272–279 (2017).
27. Nozomi Kuriyama, Kentaro Murakami, M. Barbara E. L, Hitomi Okubo, Satomi Kobayashi, Hitomi Suga. Development of a food-based diet quality score for Japanese: associations of the score with nutrient intakes in young, middle-aged and older Japanese women. *J. Nutr. Sci.* **5**, e41 (2016).



28. Dolores M Wolongevicz, Michael J Pencina, P K Newby, Barbara E Millen, Lei Zhu, Ruth Kimokoti, Ralph B D'Agostino. Diet quality and obesity in women: the Framingham Nutrition Studies. *Br. J. Nutr.* **103**, 1223–9 (2009).
29. Agnès Gartner, Jalila El Ati, Pierre Traissac, Abdellatif Bour, Johannes Berger, Edwige Landais, Houda El Hsaïni, Chiheb Ben Rayana, Francis Delpuech. A Double Burden of Overall or Central Adiposity and Anemia or Iron Deficiency Is Prevalent but with Little Socioeconomic Patterning among Moroccan and Tunisian Urban Women. *J. Nutr.* **144**, 87–97 (2013).
30. Adela Hruby, JoAnn E. Manson, Lu Qi, Vasanti S. Malik, Eric B Rimm, Qingnan Sun, Walter C Willett, Frank B Hu. Determinants and Consequences of Obesity. *Am. J. Public Health* **106**, 1656–62 (2016).
31. Yannis Manios, George Moschonis, George P. Chrousos, Christos Lionis, Vassilis G Mougios, Maria Kantilafiti, Vassiliki Tzotzola, Katerina P Skenderi, Anatoli Petridou, Georgios Tsalis, Antigoni Sakellaropoulou, Georgia Skouli, Christina Katsarou. The double burden of obesity and iron deficiency on children and adolescents in Greece: The Healthy Growth Study. *J. Hum. Nutr. Diet.* **26**, 470–478 (2013).
32. Lisa M Tussing-Humphreys, Huifang Liang, Elizabeta Nemeth, Sally Freels, Carol Arbron Braunschweig. Excess Adiposity, Inflammation, and Iron-Deficiency In Female Adolescents. *J. Am. Diet. Assoc.* **109**, 297–302 (2009).
33. Alicia R. Folgueras, Sandra Freitas-Rodríguez, Andrew J. Ramsay, Cecilia Garabaya, Francisco Rodríguez, Gloria Velasco, Carlos López-Otín. Matriptase-2 deficiency protects from obesity by modulating iron homeostasis. *Nat. Commun.* **9**, 1350 (2018).

