

PERBEDAAN KADAR SERUM FERRITIN REMAJA PUTRI STATUS GIZI NORMAL DAN STATUS GIZI LEBIH

Nindya Marta Ghassani Putri, Enny Probosari^{*)}

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

ABSTRACT

Background: Obesity characterized by low grade inflammation, shown by increased inflammation biomarker. Such condition leads to raise in ferritin serum level related to inflammation through hepcidin activity. This study aimed to compare ferritin level among 15-18 years old normal and overnutrition female adolescents.

Method: This analytic observational cross-sectional study involved 39 female high school students age 15-17 years old in SMA N 5 and SMA N 11 Semarang. Subject categorized within normal ($n = 22$) and over nutrition ($n = 17$) according to Z-score BMI-for-age. Ferritin serum was analyzed using ELISA method. Food intake obtained using Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire to identified influence of protein, iron, and vitamin C intake toward serum ferritin level.

Results: The mean value for nutritional status was $0,8764 \pm 1,42384$ SD, and $18,0374 \pm 1.4713E1$ ng/mL for ferritin serum level. Serum ferritin level among subjects with normal nutritional status was $19.1146 \pm 1.11747E1$ ng/ml, compare to $16.6434 \pm 1.71414E1$ ng/ml in over nutrition. The mean value for protein intake was 76.8490 gram/day; 13.3110 milligram/day for iron, and vitamin C as much as 1.0535E2 milligram/day.

Conclusion: There was no significant difference identified for serum ferritin level among normal and over nutrition female adolescents ($p > 0,05$). Insignificant correlation was observed among protein, iron, and vitamin C intake with ferritin serum level ($p > 0,05$). Meanwhile, in over nutrition status, only iron intake that positively significant correlate with ferritin serum level ($p < 0,05$)

Keywords: Ferritin serum level, Nutrition status, Protein intake, Iron intake, Vitamin C

ABSTRAK

Latar Belakang : Karakteristik obesitas adalah inflamasi tingkat rendah. Salah satu efek yang ditimbulkan adalah peningkatan serum ferritin terkait inflamasi melalui kerja hepsidin. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan serum ferritin antara remaja putri usia 15-18 tahun status gizi lebih dengan status gizi normal.

Metode : Jenis penelitian ini adalah analitic observational dengan desain cross-sectional. Subjek penelitian adalah remaja putri usia 15-18 tahun yang berada di SMA N 5 dan SMA N 11 Semarang. Subjek terbagi atas status gizi lebih ($n = 22$) dan status gizi lebih ($n = 17$). Analisis ferritin menggunakan metode ELISA. Pengambilan data asupan dengan FFQ-SQ untuk melihat pengaruh asupan protein, zat besi, dan vitamin C terhadap serum ferritin.

Hasil : Rata-rata status gizi subjek yaitu $0,8764 \pm 1,42384$ SD, dan $18,0374 \pm 1.4713E1$ ng/mL untuk serum ferritin. Serum ferritin subjek status gizi normal adalah $19.1146 \pm 1.11747E1$ ng/ml dibandingkan $16.6434 \pm 1.71414E1$ ng/ml pada status gizi lebih. Rata-rata asupan protein adalah 76.8490 gram/hari, zat besi adalah 13.3110 miligram/hari, dan vitamin C sebanyak 1.0535E2 miligram/hari.

Kesimpulan : Tidak ada perbedaan serum ferritin yang signifikan antara remaja putri status gizi normal dengan status gizi lebih ($p > 0,05$). Tidak ada pengaruh yang signifikan antara asupan protein, zat besi, dan vitamin C dengan kadar serum ferritin ($p > 0,05$) pada kategori status gizi normal. Asupan zat besi berhubungan signifikan dan berkorelasi positif dengan serum ferritin ($p < 0,05$) pada subjek status gizi lebih.

Kata Kunci : Serum Ferritin, Status Gizi, Asupan Protein, Asupan Zat Besi, Asupan Vitamin C

PENDAHULUAN

Prevalensi status gizi lebih di seluruh dunia mengalami peningkatan hingga dua kali lipat sejak tahun 1980. Tahun 2014, lebih dari 1,9 milyar dewasa usia ≥ 18 tahun mengalami kegemukan, dan 600 juta diantaranya obesitas.¹ Berdasarkan Riskesdas 2013, prevalensi gemuk pada remaja usia 16-18 tahun sebesar 7,3 persen, dimana 5,7% diantaranya kasus kegemukan dan 1,6% sisanya adalah kasus obesitas. Provinsi Jawa Tengah termasuk dalam lima belas provinsi dengan prevalensi obesitas pada remaja usia 16-18 tahun

diatas rata-rata prevalensi nasional. Jumlah ini telah mengalami peningkatan sebanyak 5,9% sejak 2007.² Status gizi anak dan remaja usia 5-19 tahun dapat ditentukan menggunakan indikator Z-score IMT/U.³

Salah satu efek negatif yang ditimbulkan dari penumpukan lemak berlebih pada jaringan adiposa adalah peningkatan kadar serum ferritin. Ferritin merupakan protein yang berperan menyimpan zat besi dalam tubuh. Peningkatan kadar ferritin salah satunya dapat disebabkan oleh inflamasi terkait kegemukan. Inflamasi pada status gizi lebih

^{*)} Penulis Penanggungjawab

memicu sintesis hepsidin yang menghambat pelepasan zat besi ke dalam plasma dari tiga cadangan utama zat besi dalam tubuh, dan memblokir kerja eksporter zat besi, yaitu ferroportin, sehingga zat besi yang dapat masuk ke dalam plasma darah menurun dan lebih banyak tersimpan dalam jaringan.^{4,5} Terdapat beberapa perbedaan hasil penelitian terkait korelasi ferritin dan status gizi. Penelitian di Australia menunjukkan obesitas berhubungan dengan gangguan minor metabolisme zat besi.⁶ Penelitian di Korea pada remaja putra juga menunjukkan bahwa obesitas berkorelasi dengan ferritin.⁷ Penelitian yang dilakukan oleh NHANES III menunjukkan bahwa serum ferritin meningkat seiring meningkatnya kategori IMT.⁸ Selain itu, laporan WHO juga menyatakan konsentrasi ferritin lebih tinggi dengan meningkatnya IMT.⁹ Hasil penelitian lain menunjukkan sebaliknya, dimana remaja yang *overweight* justru memiliki kadar kejenuhan transferrin dan serum ferritin yang rendah.¹⁰ Begitu juga penelitian di Iran, diketahui adanya korelasi negatif antara IMT dengan serum ferritin pada remaja.¹¹ Penelitian pada remaja putri di Bandung yang melihat perbedaan status besi antara remaja putri obesitas dan non obesitas menunjukkan hasil yang berbeda, yang mana tidak ditemukan perbedaan serum ferritin dan hemoglobin yang signifikan antara remaja putri obesitas dan non obesitas.¹²

Penurunan kadar ferritin dapat menandakan penurunan simpanan zat besi, dan dapat disebabkan oleh kondisi defisiensi zat gizi yang berkaitan. Remaja rentan akan gaya hidup yang mencakup perubahan pola makan yang seringkali menyebabkan defisiensi asupan zat gizi tertentu. Zat gizi yang diperkirakan berkontribusi terhadap perubahan serum ferritin remaja diantaranya protein, zat besi, dan vitamin C. Perubahan asupan protein dan zat besi juga diestimasikan berdampak pada kadar ferritin. Rendahnya kadar ferritin tubuh dapat diakibatkan karena defisiensi zat besi. Vitamin C yang bermanfaat dalam peningkatan bioavailabilitas zat besi dapat berkontribusi terhadap kadar ferritin. Berdasarkan data hasil beberapa penelitian sebelumnya, maka penulis ingin melihat perbedaan serum ferritin antara remaja putri yang memiliki status gizi lebih dan status gizi normal, serta melihat pengaruh asupan protein, zat besi dan vitamin C terhadap perubahan serum ferritin.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada remaja putri usia 15-18 tahun di lingkungan sekolah

menengah atas yang mencakup SMA N 5 dan SMA N 11 Semarang. Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2016. Ruang lingkup penelitian ini termasuk dalam disiplin ilmu gizi masyarakat yang mengkaji mengenai perbedaan serum ferritin remaja putri status gizi lebih dengan remaja putri status gizi normal. Jenis penelitian ini adalah studi analitik observasional dengan desain penelitian *cross sectional*. Pengambilan data dilakukan melalui pengambilan darah sebanyak 3 ml untuk memperoleh serum ferritin.

Populasi target penelitian ini adalah semua remaja putri usia 15-18 tahun dengan status gizi lebih dan status gizi normal di Kota Semarang. Sedangkan Populasi terjangkau adalah remaja putri usia 15-18 tahun di SMA N 5 dan SMA N 11 Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah 39 orang remaja putri usia 15-18 tahun di SMA N 5 dan SMA N 11 Semarang yang telah memenuhi kriteria inklusi. Perhitungan jumlah sampel didasarkan pada rumus perhitungan sampel berdasarkan koefisien korelasi penelitian sebelumnya, yaitu 0,44, sehingga diperoleh jumlah sampel 39 orang.^{13,14} Pengambilan sampel dilakukan dengan *random sampling* hingga memenuhi 39 sampel. Pemilihan sampel didasarkan pada kriteria inklusi yang mencakup usia subjek diantara 15-18 tahun, dalam kondisi sehat, aktif, dan dapat diajak berkomunikasi secara aktif, tidak memiliki penyakit kronis, tidak dalam kondisi menstruasi, tidak mengkonsumsi obat atau suplemen penambah darah, serta tidak melakukan donor atau transfusi darah dalam tiga bulan terakhir.¹⁵ Variable bebas dalam penelitian ini adalah status gizi remaja putri yang mencakup status gizi normal dan status gizi lebih, sedangkan variable terikat adalah serum ferritin. Variabel perancu dalam penelitian ini adalah asupan zat besi, protein, dan vitamin C.

Instrumen yang digunakan untuk skrining mencakup *microtoise* untuk pengukuran tinggi badan dan timbangan injak digital untuk menimbang berat badan sehingga diperoleh nilai IMT. Data identitas remaja putri digunakan untuk mengetahui usia dalam bulan dan tahun sehingga diperoleh nilai Z-skor IMT/U berdasarkan tabel Z-skor IMT/U Penentuan Status Gizi Anak oleh Kementerian Kesehatan RI. Hasil skrining mencakup pengkategorian status gizi normal dan status gizi lebih. Subjek dengan status gizi lebih mencakup *overweight* dengan Z-skor IMT/U 1 SD - 2 SD dan obesitas dengan Z-skor IMT/U > 2 SD. Sedangkan subjek status gizi normal adalah individu yang Z-skor IMT/U (-1) SD - (+1) SD.¹⁶

Serum ferritin diperoleh dengan pengambilan darah tiga puluh sembilan subjek dari

pembuluh vena di lengan (*vena mediana cubiti* atau *vena cephalica*) sebanyak 3 ml. Setelah itu darah disentrifugasi untuk memperoleh serum darah. Serum darah disimpan dalam suhu dingin dan ditransportasikan di dalam boks berisi es untuk menjaga kondisi serum darah. Ferritin diperoleh menggunakan Enzyme Immunoassay Test Kit dengan reagen General Biological Corp Human Ferritin. Kegiatan pengambilan darah dan pemisahan serum darah dilakukan oleh Laboratorium Pelita Medika Semarang dan analisis ferritin dilakukan di Laboratorium GAKY Universitas Diponegoro. Pengambilan data asupan dilakukan melalui pengisian form Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire (SQ-FFQ) untuk melihat pengaruh zat besi, vitamin C, dan protein terhadap serum ferritin.

Kategori serum ferritin individu tergolong normal apabila kadarnya 10-120 ng/mL. Kadar serum ferritin dibawah 10 ng/mL dapat dikategorikan hipoferritinemia. Asupan protein, zat besi, dan vitamin C dikategorikan berdasarkan angka kecukupan zat gizi tahun 2013 untuk masyarakat Indonesia. Asupan protein dikategorikan adekuat apabila kadarnya ≥ 69 gram/hari untuk subjek usia 15 tahun, dan ≥ 59 milligram/hari bagi subjek usia 16-17 tahun. Asupan zat besi bagi usia 15-17 tahun dikatakan adekuat apabila asupan per hari ≥ 26 miligram/hari. Vitamin C dikategorikan adekuat apabila subjek usia 15 tahun mengasup ≥ 65 miligram/hari, dan

bagi subjek usia 16-17 tahun, dapat dikatakan adekuat apabila asupannya ≥ 75 miligram/hari.¹⁷

Analisis asupan dilakukan menggunakan *software* Nutrisurvey, sedangkan pengolahan data statistik dilakukan menggunakan SPSS 16. Analisis deksriptif univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian yang mencakup usia dan nilai Z-skor IMT/U. Analisis bivariate untuk menguji hubungan atau pengaruh variabel perancu terhadap variabel independen, yaitu serum ferritin. Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* karena jumlah subjek kurang dari 50 orang. Data penelitian berdistribusi normal, sehingga uji beda yang digunakan adalah uji *Independent- T- test*. Uji korelasi bivariate untuk menguji korelas asupan zat gizi dengan kadar serum ferritin dan menggunakan Uji *Pearson* karena data berdistribusi normal. Uji multivariate menggunakan regresi linear karena variabel terikat, yaitu serum ferritin, merupakan variabel numerik.¹⁸

HASIL

A. Analisis Univariat

Penelitian ini melibatkan 39 remaja putri usia 15-17 tahun di SMA N 5 dan SMA N 11 Semarang. Karakteristik data yang dianalisis mencakup usia, status gizi berdasarkan Z-skor IMT/U, serum ferritin, tingkat kecukupan asupan protein, tingkat kecukupan asupan zat besi, dan tingkat kecukupan asupan vitamin C. Tabel 1 berikut menampilkan distribusi frekuensi karakteristik subjek.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

| Karakteristik Subjek | Satuan | N | % |
|----------------------------|----------------------|----|-------|
| Usia | | | |
| 15 | Tahun | 11 | 28.20 |
| 16 | | 23 | 58.97 |
| 17 | | 5 | 12.82 |
| Status Gizi (Z-skor IMT/U) | | | |
| Normal ((-2)-(+1) SD) | Standar Deviasi (SD) | 22 | 56,41 |
| Lebih (>(+1)- >(+2) SD) | | 17 | 43,59 |
| Serum Ferritin | | | |
| Normal (10-120 ng/mL) | ng/mL | 22 | 56.41 |
| Rendah (<10 ng/mL) | | 17 | 43.59 |
| Protein | | | |
| Adekuat ($\geq 90\%$) | Gram/hari | 27 | 69.23 |
| Defisit (<90) | | 12 | 30.77 |
| Zat Besi | | | |
| Adekuat ($\geq 90\%$) | Miligram/hari | 5 | 12.82 |
| Defisit (<90) | | 34 | 87.18 |
| Vitamin C | | | |
| Adekuat ($\geq 90\%$) | Miligram/hari | 29 | 74.36 |
| Defisit (<90) | | 10 | 25.64 |

Sebagian besar subjek penelitian berusia 16 tahun (58,97%), kemudian subjek berusia 15 tahun sebanyak 28,20% total subjek, dan subjek berusia 17 tahun berjumlah paling sedikit, yaitu hanya 12,82% dari total subjek penelitian. Berdasarkan Z-skor IMT/U, subjek penelitian terbagi menjadi dua kategori status gizi, yaitu status gizi normal dan status gizi lebih. Jumlah subjek yang memiliki status gizi normal lebih banyak, yaitu 22 (56,41%) orang dibandingkan subjek status gizi lebih sejumlah 17 (43,59%) orang. Serum ferritin dapat dikategorikan menjadi rendah apabila kadarnya <10 ng/mL dan normal apabila 10-120 ng/mL. Asupan zat gizi dibedakan menjadi adekuat ($\geq 90\%$) dan defisit (<90%). Tabel 1 menunjukkan lebih banyak

subjek yang memiliki serum ferritin normal, yaitu sebanyak 69,23% dibandingkan yang hipoferritinemia, sebanyak 43,59% dari total keseluruhan subjek. Sebagian besar subjek (69,23%) telah mengasup protein dalam jumlah yang adekuat. Sebaliknya, asupan zat besi sebagian besar remaja masih defisit. Tabel 1 menunjukkan masih sedikit (12,82%) remaja putri yang mengasup zat besi dalam jumlah yang adekuat, sedangkan sisanya (87,18%) masih mengasup zat besi dalam jumlah yang lebih rendah dari rekomendasi. Jumlah subjek yang mengasup vitamin C dalam jumlah yang adekuat (74,36%) lebih banyak dibandingkan jumlah subjek yang defisit asupan vitamin C (25,64%).

Tabel 2. Karakteristik Variabel Penelitian

| Karakteristik Variabel | Kategori Status Gizi | | Total (n = 39;100%) |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|
| | Normal (n = 22; 56,41%) | Lebih (n = 17; 43,59%) | |
| | Mean±SD | Mean±SD | Mean±SD |
| Usia | 15.95±0.722 | 15.71±0.470 | 15.85±0.630 |
| Z-skor IMT/U | -0.135±0.605 | 2.18±1.052 | 0.8764±1.424 |
| Serum Ferritin | 19.115±1.714 | 16.6434±1.117 | 18.0374±1.471 |
| Asupan Protein | 71.024±3.161 | 84.387±3.866 | 76.849±35.023 |
| Asupan Zat Besi | 14.028±8.834 | 12.383±7.332 | 13.311±8.152 |
| Asupan Vitamin C | 115.6±8.985 | 92.107±5.894 | 105.3±1.087 |

Rata-rata usia subjek penelitian adalah 15.85±0.63 tahun. Rata-rata Z-skor IMT/U keseluruhan subjek masih dalam kategori normal, yaitu 0.88±1.42 SD. Subjek status gizi normal memiliki rata-rata nilai Z-skor IMT/U sebesar -0.14±0.61 SD, sedangkan rata-rata Z-skor IMT/U subjek status gizi lebih adalah 2.19±1.05 SD. Rata-rata serum ferritin subjek penelitian masih tergolong normal, yaitu 18,04±14,71 ng/mL. Berdasarkan tabel, subjek status gizi lebih memiliki kadar serum ferritin lebih rendah (16.6434±1.117 ng/mL) dibandingkan subjek status gizi normal (19.115±1.714 ng/mL). Rata-rata asupan protein seluruh subjek adalah yaitu 76.85±35.02 gram/hari, dan telah memenuhi rekomendasi minimal asupan protein untuk remaja putri usia 15-17 tahun, yaitu 59 gram/hari. Meskipun begitu, asupan protein subjek status gizi lebih (84,39±38,67 gram/hari) masih lebih tinggi dibandingkn pada subjek status gizi normal, yaitu 71,02±31,60 gram/hari. Asupan zat besi subjek status gizi normal adalah 14,03±8,83

miligram/hari, dan sebanyak 12,38±7,33 miligram/hari pada subjek status gizi lebih. Rata-rata asupan zat besi seluruh subjek adalah 13,31±8,15 miligram/hari. Jumlah tersebut belum memenuhi rekomendasi asupan zat besi remaja putri usia 15-17 tahun yaitu 26 mg/ hari. Rata-rata asupan vitamin C seluruh subjek (105,35±108,27 gram/hari) tergolong telah mencukupi angka kecukupan gizi yang direkomendasikan, yaitu 65 mg/hari. Asupan vitamin C subjek status gizi lebih (92,11±58,94 mg/hari) masih lebih rendah dibandingkan subjek status gizi normal (115,58±89,85 mg/hari).

B. Uji Beda Serum Ferritin

Hasil uji normalitas data *Shaphiro-Wilk* menunjukkan bahwa data ferritin dan kedua kategori status gizi subjek berdistribusi normal, oleh karena itu dilanjutkan dengan uji beda *Independent-t Test*. Hasil uji beda serum ferritin antar kedua kategori status gizi dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Dua Kelompok Tidak Berpasangan

| Kategori Status Gizi | N | % | Serum Ferritin (ng/mL) | P |
|----------------------|----|-------|------------------------|--------------------|
| | | | Mean±SD | |
| Normal | 22 | 56,41 | 19.11±17.14 | 0.853 ¹ |
| Lebih | 17 | 43,59 | 16.64±11.17 | |

¹Uji *Independent-t Test*

Tabel menunjukkan nilai rata-rata serum ferritin subjek status gizi normal (19.11 ± 17.14 ng/mL) lebih tinggi dibandingkan status gizi normal (16.64 ± 11.17 ng/mL), meskipun secara statistik uji beda serum ferritin antara kedua kategori status gizi tidak menunjukkan hasil yang bermakna ($p > 0,05$). Kategori kadar serum ferritin dapat dibedakan menjadi normal dan rendah. Rata-rata serum ferritin kategori normal dan rendah pada subjek status gizi normal adalah 31.96 ± 15.79 ng/mL dan 6.2687 ± 2.09770 ng/mL, berturut-turut. Rata-rata serum ferritin kategori normal dan rendah pada

subjek status gizi lebih adalah 21.8611 ± 10.64591 ng/mL dan 7.0777 ± 1.79680 ng/mL, berturut-turut.

C. Analisis Bivariat

Analisis bivariate digunakan untuk melihat korelasi variabel perancu yang mencakup asupan protein, zat besi, dan vitamin C terhadap serum ferritin pada kedua kategori status gizi. Uji yang digunakan adalah uji korelasi *pearson* berdasarkan uji normalitas data asupan dan serum ferritin yang menunjukkan data berdistribusi normal. Hasil analisis bivariate asupan zat-zat gizi subjek ditampilkan dalam tabel berikut (Tabel 3)

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Pearson

| Kategori Status Gizi | Zat Gizi | Serum Ferritin (ng/mL) | |
|----------------------|-----------|------------------------|----------|
| | | <i>p</i> | <i>R</i> |
| Normal | Protein | 0,86 | -0.040 |
| | Zat Besi | 0.80 | -0.040 |
| | Vitamin C | 0.36 | -0.206 |
| Lebih | Protein | 0.120 | -0.392 |
| | Zat Besi | 0.045 | 0.491 |
| | Vitamin C | 0.085 | -0.429 |

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis bivariate korelasi asupan zat-zat gizi dengan serum ferritin. Berdasarkan uji korelasi *pearson*, diketahui tidak terdapat hubungan yang bermakna antar asupan zat-zat gizi dengan serum ferritin pada subjek status gizi normal ($p > 0,05$). Sedangkan pada subjek status gizi lebih, hanya asupan zat besi yang berhubungan secara signifikan dengan serum ferritin ($p < 0,05$). Koefisien korelasi *pearson* menunjukkan adanya korelasi positif berkekuatan sedang ($r = 0,491$) antara asupan zat besi dengan serum ferritin. Asupan protein dan vitamin C tidak berhubungan

secara bermakna dan berkorelasi negatif dengan kadar serum ferritin.

D. Analisis Multivariat

Analisis multivariate menggunakan regresi linear karena variabel terikat penelitian adalah kadar serum ferritin yang merupakan variabel numerik. Sebelumnya, telah dilakukan uji bivariate menggunakan korelasi *pearson*. Variabel yang akan diuji multivariate adalah yang memiliki nilai $p < 0,25$, yaitu semua variabel asupan zat gizi pada subjek status gizi lebih. Hasil analisis multivariat dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Regresi Linear

| Variabel | Koefisien | Koefisien korelasi | <i>P</i> | Adjusted R ² |
|-----------|-----------|--------------------|----------|-------------------------|
| Konstanta | 1.370 | | | |
| Fe | 0.019 | 0.491 | 0.045 | 0.191 |

Persamaan yang diperoleh dari regresi linear tersebut untuk memprediksi kadar serum ferritin adalah $y = 1,37 + 0,019$ (asupan zat besi), artinya, setiap peningkatan asupan zat besi sebesar 1 miligram/hari akan meningkatkan kadar serum ferritin sebanyak 0,019 ng/mL. Tabel tersebut menunjukkan koefisien determinasi (adjusted R²) adalah sebesar 19,1%. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kadar serum ferritin sebesar 19,1% dapat dijelaskan oleh asupan zat besi, sedangkan 80,9% lainnya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti. Tabel Anova pada hasil analisis regresi juga menunjukkan nilai *p* asupan Fe sebesar 0,045 ($p < 0,05$), dengan demikian, rumus yang digunakan layak untuk digunakan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat perbedaan kadar serum ferritin pada tiga puluh sembilan subjek remaja putri usia 15-17 tahun yang memiliki status gizi normal dan status gizi lebih. Status gizi lebih mencakup *overweight* dan obesitas. Kategori status gizi normal adalah di kisaran -2 SD hingga $<+1$ SD, sedangkan status gizi lebih *overweight* berada di kisaran $+1$ SD hingga < 2 SD, dan individu dikatakan mengalami obesitas apabila Z-skor IMT/U nya > 2 SD.¹⁹ Remaja yang *overweight* dan obesitas memiliki jumlah sel adiposa yang lebih banyak. Inflamasi akut maupun kronis seperti pada kondisi obesitas, ditandai dengan meningkatnya sekresi mediator inflamasi

seperti IL-6 oleh jaringan adiposa, dapat mengupregulasi ekspresi hepsidin di hepar. Hepsidin berkontribusi terhadap defisiensi zat besi dengan menghambat sekresi zat besi ke dalam plasma dari tiga simpanan zat besi dalam tubuh, yaitu absorpsi dari duodenum, sekresi zat besi baru dari makrofag, dan zat besi yang tersimpan dalam cadangan di hepatosit.⁴ Selain itu, hepsidin juga bekerja dengan memblokir kerja eksporter zat besi, yaitu ferroportin, yang menyebabkan internalisasi dan degradasi lisosomal, sehingga zat besi yang dapat masuk ke dalam plasma darah menurun. Kondisi ini ditandai dengan hipoferremia dan hiperferritinemia yang ditandai dengan rendahnya kadar serum besi hingga pada akhirnya terjadilah defisiensi zat besi.^{5,20}

Data ferritin diperoleh melalui pengambilan serum darah untuk diperoleh serum ferritin. Konsentrasi serum atau plasma ferritin dapat mencerminkan total simpanan zat besi dalam tubuh ketika tidak terdapat inflamasi atau infeksi.²¹ Peningkatan kadar serum ferritin pada individu jugadapat dijadikan indikator adanya inflamasi.^{22,23} Kategori normal serum ferritin adalah 10-120 ng/mL. Nilai kadar serum ferritin yang melebihi batas atas maksimal dapat menandakan adanya kondisi *iron overload*. Sebaliknya, kadar serum ferritin yang lebih rendah dari 10 ng/mL dapat menandakan penurunan simpanan zat besi dalam tubuh. Sebanyak 22 (56,41%) remaja putri memiliki serum ferritin yang normal, dan 17 (43,59%) orang diantaranya memiliki serum ferritin yang rendah (< 10 ng/ml). Tidak ada remaja yang memiliki serum ferritin diatas batas maksimal. Nilai serum ferritin lebih tinggi pada subjek status gizi normal dibandingkan subjek status gizi lebih, meskipun hasil uji beda menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) antara kedua kategori status gizi tersebut. Meskipun berbeda dengan teori yang ada, namun hasil penelitian ini serupa dengan penelitian yang telah dilakukan pada 50 remaja perempuan di SMA di Bandung, bahwa tidak terdapat perbedaan serum ferritin yang bermakna antara remaja putri obesitas dan non obesitas.¹² Penelitian pada remaja putri di pondok pesantren di Semarang, bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi dengan serum ferritin.²⁴ Kemudian ada juga penelitian di Iran yang menyatakan tidak terdapat hubungan antara serum ferritin antara individu normal, *overweight* maupun obesitas ($p > 0,05$).²⁵ Penelitian yang dilakukan di Mesir juga menunjukkan serum ferritin remaja obesitas yang lebih rendah dibandingkan subjek dengan status gizi normal.²⁶ Penelitian di Turki pada wanita dewasa juga

menyatakan bahwa subjek kontrol yang status gizinya normal memiliki kadar serum ferritin yang lebih tinggi dibandingkan subjek yang status gizinya obesitas ringan atau obesitas berat.²⁷ Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian pada subjek usia 20-60 tahun di Pakistan yang menyimpulkan bahwa adanya peningkatan serum ferritin pada individu obesitas dibandingkan subjek yang non obesitas, dan IMT berkorelasi positif dengan serum ferritin ($r=0,584$; $p < 0,01$).²⁸

Subjek status gizi lebih mengasup zat besi lebih sedikit dibandingkan subjek status gizi normal, meskipun begitu, asupan remaja putri pada kedua kategori status gizi termasuk tidak adekuat. Asupan minimal remaja putri usia 15-17 tahun menurut Tabel Angka Kecukupan Gizi oleh Kementerian Kesehatan RI tahun 2013 adalah 26 miligram/hari.¹⁷ Rendahnya asupan zat besi pada subjek status gizi lebih dibandingkan remaja status gizi normal diperkirakan berkorelasi dengan kadar serum ferritin yang lebih rendah dibandingkan subjek status gizi normal. Oleh karena itu, dapat dikatakan nilai serum ferritin yang lebih rendah pada individu dengan status gizi lebih berkorelasi dengan rendahnya asupan zat besi. Hasil uji multivariate menunjukkan bahwa asupan zat besi berkorelasi signifikan dengan serum ferritin, meskipun kontribusi asupan zat besi terhadap peningkatan serum ferritin hanya sebesar 0.019 ng/mL. Hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada anak sekolah di Malang, bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zat besi dengan serum ferritin, dan rendahnya asupan zat besi berkorelasi dengan rendahnya kadar ferritin.²⁹ Studi yang dilakukan pada anak usia 2-5 tahun di Surakarta juga menunjukkan bahwa asupan zat besi berkontribusi sebesar 1,747 $\mu\text{g/L}$ terhadap serum ferritin dan berhubungan secara signifikan ($p < 0,05$).³⁰ Rendahnya asupan zat besi pada remaja dapat disebabkan oleh faktor pemilihan jenis makanan. Makanan seperti gorengan dan makanan cepat saji yang melalui proses pemanasan tinggi mengurangi kandungan zat besi pada bahan pangan. Keragaman asupan juga dapat memperbaiki serum ferritin. Anak yang lebih suka mengonsumsi *junk food* memiliki serum ferritin yang lebih rendah.³¹ Individu dengan status gizi lebih mengalami peningkatan kebutuhan zat besi yang dimungkinkan karena meningkatnya jumlah sel dan volume darah yang lebih banyak, sehingga lebih banyak zat besi yang dibutuhkan. Rendahnya serum ferritin juga dapat dipengaruhi oleh bioavailabilitas zat besi. Menurut penelitian yang dilakukan di Thailand, Z-skor IMT yang lebih tinggi berhubungan dengan

menurunnya absorpsi zat besi tanpa dipengaruhi oleh status besi subjek tersebut. Diperkirakan peningkatan adiposa berhubungan dengan menurunnya absorpsi zat besi.³² Penurunan availabilitas zat besi untuk eritropoiesis pada anak overweight lebih cenderung diakibatkan oleh kerja hepsidin. Penelitian menunjukkan tingginya kadar hepsidin pada anak overweight disebabkan karena tiga penanda inflamasi seperti CRP, IL-6, dan Leptin yang kadarnya juga meningkat. Ekspresi mRNA hepsidin meningkat pada jaringan adipose individu yang obesitas.³¹

Ferritin merupakan protein yang berperan dalam menyimpan zat besi. Ferritin juga merupakan protein response fase akut ketika terjadi inflamasi dan infeksi. Penelitian yang dilakukan pada ibu hamil menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara ferritin dengan asupan protein, yang mana asupan protein yang adekuat berkontribusi terhadap serum ferritin normal pada ibu hamil.³³ Penelitian tersebut berbeda dengan hasil penelitian ini, yang mana asupan protein tidak berpengaruh secara bermakna terhadap serum ferritin ($p > 0,05$). Penelitian yang dilakukan pada siswa kelas 4 dan 5 SD di Sulawesi Utara menunjukkan asupan protein tidak berhubungan secara bermakna dengan ferritin. Asupan protein subjek status gizi normal diketahui lebih rendah, yaitu 71.0241 gram/hari dibandingkan subjek status gizi lebih, sebesar 84.3871 gram/hari. Hal ini sesuai penelitian pada anak SMA di Makassar bahwa protein berkorelasi secara signifikan dengan kejadian obesitas.³⁴ Hasil asupan protein ini serupa dengan penelitian *cross-sectional* HELENA pada remaja di Eropa yang menunjukkan asupan protein lebih tinggi pada remaja yang obesitas dibandingkan yang gizi kurang.³⁵ Asupan protein yang lebih tinggi pada individu gemuk dan obese dapat disebabkan oleh faktor pemilihan sumber protein yang dikonsumsi. Sumber makanan hewani mengandung nilai biologis protein yang tinggi, dan memiliki asam amino yang lebih mudah dicerna dan digunakan oleh tubuh dibandingkan asupan protein nabati.³⁶ Remaja yang mengalami kegemukan atau obesitas seringkali lebih menyukai makanan *junk food* maupun makanan ringan yang berasal daging seperti sosis, bakso, kornet, atau *steak*. Hubungan asupan protein yang berlebih protein dengan obesitas dapat dijelaskan ketika tubuh mengkonsumsi protein secara berlebihan dari yang dibutuhkan oleh tubuh, maka kelebihan protein tersebut melalui jalur glukoneogenesis dapat diubah menjadi gula melalui jalur dan lemak. Kelebihan lemak ini dapat ditimbun pada organ maupun subkutan.²²

Hasil analisis univariat menunjukkan bahwa individu status gizi normal yang mengkonsumsi vitamin C jumlahnya lebih banyak dibandingkan subjek status gizi lebih. Asupan vitamin C pada subjek status gizi normal juga lebih tinggi dibandingkan remaja putri status gizi lebih. Individu gemuk dan obeistas cenderung memiliki preferensi jenis makanan yang tinggi energi tetapi rendah akan kandungan zat gizi, sehingga seringkali dijumpai individu dengan status gizi lebih mengalami defisiensi zat gizi mikro.²³ Penelitian terhadap kualitas diet remaja juga menunjukkan rendahnya kualitas diet meningkatkan resiko obesitas sebesar 10,4 kali lipat.²⁴ Anak yang beresiko obesitas berhubungan dengan rendahnya kegemaran buah dan sayur. Penelitian di Thailand juga menyatakan bahwa anak gemuk dan obesitas mengalami defisiensi zat gizi mikro seperti defisiensi asam askorbat (vitamin C) dan tiamin. Defisiensi vitamin C ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti rendahnya asupan vitamin C akibat tingginya konsumsi junk food, karena kandungan vitamin C hilang karena proses pemanasan. Faktor lain adalah pada individu dengan status gizi lebih cenderung rendah akan konsumsi buah dan sayuran yang tinggi akan kandungan vitamin C. Oleh karena itu, dapat dikatakan, defisiensi vitamin C pada individu status gizi lebih disebabkan karena buruknya pemilihan makanan, sehingga mengakibatkan rendahnya asupan vitamin C.³⁷ Uji korelasi menunjukkan tidak terdapat hubungan yang bermakna ($p > 0,05$) antara asupan vitamin C subjek pada kedua kategori status gizi dengan serum ferritin. Kondisi ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada remaja putri di pondok pesantren di Semarang, dimana tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan vitamin C dengan serum ferritin ($p > 0,05$).²² Vitamin C merupakan salah satu faktor yang meningkatkan availabilitas zat besi, oleh karena itu, rendahnya asupan vitamin C yang adekuat dapat berperan meningkatkan atau memperbaiki kadar serum ferritin.

KETERBATASAN PENELITIAN

Tidak terdapat hambatan yg bermakna selama proses pemilihan sampel hingga pengambilan darah. Meskipun begitu, dalam penelitian ini hanya terbatas pada membedakan kaa serum ferritin antar kedua kategori status gizi saja, namun belum dapat menganalisis lebih jauh apakah kadar serum ferritin dipengaruhi oleh faktor inflamasi. Oleh karena itu, sebaiknya dilakukan pengujian terhadap biomarker lain seperti CRP, hepsidin, atau leptin. Selain itu, penelitian belum dapat mengidentifikasi apakah subjek yang serum

ferritinnya rendah mengalami *Anemia Chronic Disease* (ACD) yang terkait inflamasi, Defisiensi Zat Besi (ID), atau Anemia Defisiensi Zat Besi (IDA).

SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara serum ferritin remaja putri usia 15-17 tahun yang terbagi menjadi 22 subjek status gizi normal dan 17 subjek status gizi lebih. Seluruh subjek penelitian memiliki rata-rata status gizi dan serum ferritin yang normal. Subjek status gizi lebih memiliki serum ferritin yang lebih rendah dibandingkan subjek status gizi normal. Subjek status gizi lebih mengkonsumsi zat besi lebih sedikit dibandingkan subjek status gizi normal. Asupan zat besi berhubungan secara bermakna dengan serum ferritin pada subjek status gizi lebih. Maka, dapat dikatakan bahwa serum ferritin yang lebih rendah pada remaja putri status gizi lebih berhubungan dengan asupan zat besi yang rendah pula.

SARAN

Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya analisis ferritin pada subjek dengan status gizi lebih sebaiknya diikuti dengan pemeriksaan hepsidin atau biomarker inflamasi IL-6 atau CRP untuk mengontrol atau mengetahui faktor yang mempengaruhi hasil analisis serum ferritin. Selain itu, bisa juga dilakukan pemeriksaan kadar sTfR (Serum Transferrin), yang nilainya tidak terpengaruh oleh kondisi inflamasi, sehingga dapat mengidentifikasi apakah individu mengalami ACD atau IDA. Selain itu, apabila memungkinkan, disarankan menggunakan food model untuk mempermudah pengisian form FFQ-SQ.

Bagi individu yang mengalami kegemukan namun memiliki serum ferritin yang rendah, sebaiknya lebih banyak mengkonsumsi sayuran hijau seperti brokoli dan bayam untuk meningkatkan asupan zat besi non-heme, dan makanan sumber hewani seperti daging sapi, daging unggas, ikan, dan hati yang tanpa lemak (*fillet*). Untuk meningkatkan ketersediaan zat besi dalam tubuh, remaja *overweight* maupun obesitas dapat meningkatkan konsumsi sumber vitamin C seperti buah sumber makanan vitamin C, asam malat dan asam tartrat pada sayuran seperti pada wortel, kentang, brokoli, tomat, kubis, labu kuning. Terdapat beberapa komponen dan zat yang berpotensi menghambat penyerapan zat besi seperti zat kapur. Oleh karena itu, remaja sebaiknya memperhatikan porsi sumber makanan yang mengandung komponen penghambat penyerapan

zat besi tersebut. Contoh zat gizi yang termasuk penghambat absorpsi diantaranya kalsium pada susu, dan keju; makanan yang mengandung asam fitat seperti susu coklat, dedak, bekatul; dan polifenol seperti kafein pada kopi dan tanin pada teh. Selain memperhatikan pemilihan sumber makanan, remaja dengan kegemukan atau obesitas yang diketahui memiliki serum ferritin yang rendah dapat membatasi konsumsi makanan yang diproses atau diolah dengan pemanasan tinggi seperti *deep fried*. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan zat gizi yang terkandung didalamnya seperti vitamin dan mineral.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Obesity and overweight. Media centre. Fact sheet. [Internet]. June 2016 [disitasi 2016 Agustus 19]. Tersedia dari : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
2. Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar 2013. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI; 2013
3. World Health Organization. Growth reference 5-19 years. BMI-for-age (5-19 years). [Internet]. 2016 [disitasi 2016 Agustus 18]. Tersedia dari : http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/
4. Ganz T, Nemeth E. Hcpidin and Iron homeostasis. Review. *Biochimica et Biophysica Acta* 1823 (2012) 1434–1443
5. Silverberg D, Chernin G, Schwartz D. Should a Search for Iron Deficiency be Part of the Regular Screening in All Patients, whether Anemic or not?. Short communication. *J Hematol Thrombo Dis*. 2014. 2:5
6. Cheng HL, et al. Iron, Hcpidin and Inflammatory Status of Young Healthy *Overweight* and Obese Women in Australia. *PLoS One*. 2013 July; 8(7): e68675
7. Jeon YJ, Jung IA, Kim SH, Cho WK, Jeong SH, Cho KS, et al. Serum ferritin level is higher in male adolescents with obesity: results from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2010. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*. 2013; 27 Sept; 18:141-147
8. Ausk KJ, Ioannou GN. Is Obesity Associated With Anemia of Chronic Disease? A Population-based Study. *Obesity*; 16(10). Okt 2008:1-6
9. Worwood M. Indicators of the Iron Status of Populations : Ferritin. Dalam : World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention. Assessing the Iron Status of Population. Ed 2. Geneva. WHO: 2007; p. 40
10. Aigner E, Feldman A, Datz C. Obesity as an Emerging Risk Factor for Iron Deficiency. *Nutrients*. 2014; 6: 3587-3600
11. Eftekhari MH, Mozaffari-Khosravi H, Shidfar F. The relationship between BMI and iron status in iron-

- deficient adolescent Iranian girls. *Public Health Nutr.* 2009 Dec; 12(3):2377-81
12. Afrianti D, Garna H, Idjradinata P. Perbandingan status besi pada remaja perempuan obes dengan gizi normal. *Sari Pediatri* 2012;14(2):97-103
 13. Teknik Sampling. Dalam : Susila, Suyanto. *Metodologi Penelitian Cross-Sectional Kedokteran & Keperawatan*. Klaten : BossScript; 2015 Jan. p. 103
 14. Pinhas-Hamiel O, Newfield RS, Koren I, Agmon A, Lilos P, Phillip M. Greater prevalence of iron deficiency in overweight and obese children and adolescents. *Int J Obesity*. 2003. 27:416-418
 15. Komaria. Hubungan antara Besi Serum dan Saturasi Transferin dengan Kadar Hepsidin pada Carrier Talasemia- β . [Skripsi]. 2010. Program Studi Kedokteran. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro
 16. Indonesia. Kementerian Kesehatan RI. Direktorat Jenderal Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak. Direktorat Bina Gizi. *Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak*. 2011. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI; 2011
 17. Indonesia. Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013. *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan bagi Bangsa Indonesia*. Jakarta ; 2013
 18. Dahlan MS. *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan-Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat, Dilengkapi Aplikasi dengan Menggunakan SPSS*. Ed 5. 2011. Jakarta : Salemba Medika
 19. Indonesia. Kementerian Kesehatan RI. Direktorat Jenderal Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak. Direktorat Bina Gizi. *Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak*. 2011. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI; 2011
 20. Amato A, Santoro N, Calabro P, Grandone A, Swinkels DW, Perrone L, et al. Effect of body mass index reduction on serum hepcidin levels and iron status in obese children. *Int J Ob*. 2010;34: 1772–1774
 21. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Advance Nutrition and Human Metabolism*. Ed 5. Amerika Serikat : Wadsworth, Cengage Learning; 2009
 22. Sumanthi K, Shanthi B. Role of Serum Ferritin in Critically Ill Patients. *Int J Pharm Bio Sci*. 2014 Oct; 5(4): (B) 404 – 406
 23. Kell DB, Pretorius E. Serum ferritin is an important inflammatory disease marker, as it is mainly a leakage product from damaged cells. *Metallomics*. 2014 Apr;6(4):748-73
 24. Adhisti AP, Puruhita N. Hubungan Status Antropometri dan Asupan Gizi dengan Kadar Hb dan Ferritin Remaja Putri (Penelitian pada remaja putri pondok pesantren At-Taqwa Semarang). 2011.[Skripsi]. Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
 25. Ghadiri-Anari A, Nazemian N, Hassan-Ali Vahedian-Ardakani. Association of Body Mass Index with Hemoglobin Concentration and Iron Parameters in Iranian Population. *ISRN Hematology*. 2014; 2014(525312): 1-3
 26. Dao MC, Meydani SN. Iron Biology, Immunology, Aging, and Obesity: Four Fields Connected by the Small Peptide Hormone Hepsidin. *Adv. Nutr.* 2013;4: 602–617
 27. Altunoğlu E, Müderrisoğlu C, Erdenen F, Ülgen E, Cem Ar M. The Impact of Obesity and Insulin Resistance on Iron and Red Blood Cell Parameters: A Single Center, Cross-Sectional Study *Turk J Hematol* 2014;31:61-67
 28. McKinnon EJ, Rossi E, Beilby JP, Trinder D, Olynyk JK. Factors That Affect Serum Levels of Ferritin in Australian Adults and Implications for Follow-up. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 2014;12(1):101–108
 29. Indonesia. Kementerian Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013. *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan bagi Bangsa Indonesia*. Jakarta ; 2013
 30. Andawari I, Bolang ASL, Rattu AJM. Hubungan antara Asupan Zat Besi dengan Kadar Ferritin pada Siswa Kelas 4 dan 5 SD Katolik ST. Theresia Malalayang Kota Manado. 2013. [Skripsi]. Universitas Sam Ratulangi
 31. Zimmermann MB, Zeder C, Muthayya S. Adiposity in women and children from transition countries predicts decreased iron absorption, iron deficiency and a reduced response to iron fortification. *Int J Ob* (2008) 32, 1098–1104
 32. Aeberli I, Hurrell RF, Zimmermann MB. Overweight children have higher circulating hepcidin concentrations and lower iron status but have dietary iron intakes and bioavailability comparable with normal weight children. *Int J Ob*. 2009; 33:1111–1117
 33. Sunarti, Annta Kern Nugrohowati AK. Korelasi Status Gizi, Asupan Zat Besi dengan Kadar Ferritin pada Anak Usia 2-5 tahun di Kelurahan Semanggi Jakarta. *KESMAS*. Mar 2014;8(1):1-8
 34. Pontoh S, Mayulu N, Engka JN. Hubungan Kadar Ferritin dan Asupan Protein pada Ibu Hamil Trimester II-III di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal e-Biomedik(eBm)*. 2015 September-Desember; 3(3):770-776
 35. Afiah RR, Indiasari R, Yustini. Hubungan Pola Makan dengan Kejadian Obesitas pada Remaja di SMA Katolik Cendrawasih. 2014. [Skripsi]. Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
 36. Pasiakos SM, Agarwal S, Lieberman HR, Fulgoni III VL. Sources and Amounts of Animal, Dairy, and Plant Protein Intake of US Adults in 2007–2010. *Nutrients*. 2015, 7: 7058-7069
 37. Densupsoontorn N, Jirapinyo P, Kangwanpornsir C. Micronutrient deficiencies in obese Thai children. *Asia Pac J Clin Nutr* 2013;22 (3):497-503