

HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG DAN *VISCERAL FAT* DENGAN KADAR FERRITIN SERUM PADA OBESITAS

Fitrianita Reghita Syari¹, Meita Hendrianingtyas², Dwi Retnoningrum²

¹Mahasiswa Program Pendidikan S1 Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

²Staf Pengajar Ilmu Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

Jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang-Semarang 50275, Telp. 02476928010

ABSTRAK

Latar Belakang : Inflamasi terjadi di dalam tubuh obesitas dan menyebabkan kadar besi pada obesitas cenderung menurun, sedangkan peningkatan asam lemak bebas pada individu obesitas justru meningkatkan sitokin pro-inflamasi yang selanjutnya meningkatkan protein fase akut, yaitu ferritin. Ferritin lebih cenderung menjadi petanda inflamasi dibandingkan menjadi petanda status besi pada individu obesitas. Peningkatan sekresi mediator inflamasi pada lemak viseral mencerminkan inflamasi kronis yang sedang berlangsung. Lingkar pinggang (LP) merupakan parameter antropometrik sederhana yang berhubungan dengan jumlah lemak viseral. **Tujuan :** Menganalisis hubungan lingkar pinggang dan *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas. **Metode Penelitian :** Penelitian merupakan observasional analitik dengan 36 subyek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi selama bulan April 2018 hingga September 2018 di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dan Laboratorium Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND). Kadar ferritin serum diperiksa dengan menggunakan metode *enzyme linked fluorescence assay* (ELFA), ukuran LP diperiksa secara manual, dan *visceral fat* diperiksa dengan alat *Omron Karada Scan Body Composition*. Analisis data menggunakan uji *Spearman*. Signifikansi dicapai jika $p < 0,05$. **Hasil :** Median(Min-Maks) LP, *Visceral fat*, dan Ferritin berturut-turut yaitu 96,5(79,5-114) cm, 13,5(7-30), dan 44,1(10-307,4). Hubungan LP dan kadar ferritin serum signifikan ($p=0,001$; $r=0,55$) dan hubungan *visceral fat* dengan kadar ferritin serum juga signifikan ($p=0,012$; $r=0,416$). **Simpulan :** Terdapat hubungan positif sedang antara LP dan *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas.

Kata Kunci : LP, *Visceral fat*, Ferritin, Obesitas

ABSTRACT

CORRELATION OF WAIST CIRCUMFERENCE AND *VISCERAL FAT* WITH SERUM FERRITIN LEVELS IN OBESITY

Background : Inflammation occurs in the body of obesity and causes iron levels to decreased, while accumulation of free fatty acids in obese individuals increases pro-inflammatory cytokines which in turn increase acute phase proteins, namely ferritin. Ferritin is a marker of inflammation rather than iron status in obese people. Increased secretion of inflammatory mediators in visceral fat reflects ongoing chronic inflammation. Waist circumference (WC) is a simple anthropometric parameter related to the amount of visceral fat. **Objective :** To analyze the correlation of waist circumference and visceral fat with serum ferritin levels in obesity. **Methods :** The study was an analytic observational with 36 subjects who fulfil the inclusion and exclusion criteria during April 2018 to September 2018 at the Diponegoro University Medical Faculty and Diponegoro National Hospital Laboratory (RSND). Serum ferritin levels were examined using the *enzyme linked fluorescence assay*

(ELFA) method, the WC size was checked manually, and *visceral fat* was examined using Omron Karada Scan Body Composition. Data was analyzed using Spearman test. Significance is achieved if $p < 0.05$. **Results** : Median(Min-Max) of WC, *Visceral fat*, and Ferritin were 96,5(79,5-114) cm, 13,5(7-30), dan 44,1(10-307,4). The correlation between WC and serum ferritin levels were significant ($p = 0.001$; $r = 0.55$) and the correlation between visceral fat and serum ferritin levels were also significant ($p = 0.012$; $r = 0.416$). **Conclusion** : There is a moderate positive correlation between WC and visceral fat with serum ferritin levels in obesity.

Keyword : WC, *Visceral fat*, Ferritin, Obesity

PENDAHULUAN

Obesitas didefinisikan sebagai kondisi tubuh yang memiliki akumulasi lemak berlebihan pada jaringan adiposa. Jumlah lemak yang berlebih dan distribusinya di dalam tubuh, baik disekitar pinggang dan badan (obesitas perut, sentral, atau android), atau di seluruh bagian tubuh (obesitas *gynoid*) memiliki implikasi penting pada kesehatan.¹ Obesitas disebabkan oleh ketidakseimbangan antara kalori yang dikonsumsi dan kalori yang dikeluarkan. Berat badan seseorang akan meningkat saat kalori yang dikonsumsi melebihi kalori yang dikeluarkan.²

Prevalensi obesitas di Indonesia menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2013 meningkat jika dibandingkan dengan Riskesdas 2010. Terjadi peningkatan angka obesitas pada laki-laki dewasa (>18 tahun) Indonesia dari 7,8% pada tahun 2010 menjadi 19,7% pada

tahun 2013. Sedangkan pada perempuan dewasa (>18 tahun) juga mengalami peningkatan dari 15,5% pada tahun 2010 menjadi 32,9% pada tahun 2013.³

Obesitas menyebabkan seseorang terkena inflamasi subklinis. Banyak penelitian telah menyimpulkan bahwa orang dengan berat badan berlebih dan obesitas mengalami inflamasi yang dapat menyebabkan kekurangan zat besi, keganasan, dan sebagainya.⁴ Peningkatan volume plasma dan inflamasi yang disebabkan oleh peningkatan jaringan lemak dianggap sebagai penghubung antara status besi dan obesitas.⁵ Menurut Zimmermann dan Kohrle pada tahun 2008, inflamasi kronik pada obesitas menyebabkan rendahnya kadar besi dalam tubuh.⁶

Akumulasi asam lemak bebas dalam individu obesitas meningkatkan sitokin pro-inflamasi seperti IL-1, IL-6, dan TNF- α yang selanjutnya meningkatkan

protein fase akut, seperti salah satunya yaitu *C-Reactive Protein* (CRP). Peningkatan protein fase akut menyebabkan menyebabkan peningkatan sekuestrasi dari makrofag dan/atau menurunkan absorpsi besi di usus.^{7,8}

Ferritin digunakan sebagai petanda kekurangan zat besi di berbagai fasilitas kesehatan di seluruh dunia. Inflamasi yang terjadi pada jaringan lemak tubuh obesitas menyebabkan besi terperangkap didalam *reticuloendothelial system*, sehingga kadar besi pada individu obesitas menurun. Selain fungsinya yang dikenal sebagai penyimpan cadangan besi, ferritin juga merupakan salah satu protein fase akut yang meningkat pada keadaan inflamasi atau inflamasi. Sebagai salah satu protein fase akut, meningkatnya kadar ferritin serum dimodulasi oleh sitokin pro-inflamasi.⁹ Kadar ferritin cenderung lebih tinggi pada orang dengan berat badan berlebih dan obesitas, dikarenakan inflamasi kronis subklinis. Ferritin berkorelasi positif dengan petanda inflamasi, CRP, dan *body mass index* (BMI). Oleh karena itu, ferritin lebih cenderung menjadi petanda inflamasi dibandingkan menjadi petanda status besi pada individu obesitas.⁴

Jaringan lemak terbagi menjadi dua

kompartemen utama dengan karakteristik metabolik yang berbeda, yaitu jaringan lemak subkutan dan jaringan lemak visceral atau *visceral fat* (VF). *Visceral fat* merupakan akumulasi dari lemak intra-abdomen (obesitas sentral) yang tersimpan dibawah kulit lebih dalam dari lemak subkutan.¹⁰ Peningkatan sekresi mediator inflamasi yang terlihat pada lemak visceral pada individu obesitas mencerminkan inflamasi kronis yang sedang berlangsung didalam jaringan lemak individu tersebut.¹¹

Beberapa pengukuran antropometri seperti lingkaran pinggang, *hip to waist ratio* (HWR), dan diameter sagital perut telah banyak digunakan untuk memprediksi jumlah lemak visceral dalam individu obesitas. Lingkaran pinggang merupakan parameter antropometrik sederhana yang sangat berhubungan dengan jumlah lemak visceral.¹²

Secara teori, inflamasi kronis subklinis yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah lemak tubuh pada individu obesitas akan meningkatkan kadar ferritin serum. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Sung Keun Park, *et al* pada tahun 2013 yang menunjukkan adanya hubungan positif antara obesitas dengan kadar ferritin serum.¹³

Hingga saat ini belum didapatkan

penelitian lebih lanjut mengenai lingkaran pinggang dan *visceral fat* dan kadar ferritin serum pada obesitas, maka dari itu peneliti ingin mengetahui hubungan lingkaran pinggang dan *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas.

METODE PENELITIAN

Sampel dan Perlakuan

Penelitian ini menggunakan bentuk penelitian observasional analitik dengan pendekatan belah lintang dengan subyek penelitian pada penelitian ini adalah civitas akademika dalam lingkup Universitas Diponegoro yang termasuk kategori obesitas yang ditegakkan dengan pengukuran IMT ≥ 27 dan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Sampel diambil dengan cara *purposive* sampling. Berdasarkan rumus besar sampel didapatkan minimal 30 sampel. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer yaitu pengukuran lingkaran pinggang, *visceral fat*, dan pengukuran kadar ferritin melalui pengambilan darah dilakukan di Laboratorium Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND).

Variabel bebas pada penelitian ini adalah lingkaran pinggang dan *visceral fat*

sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah ferritin.

Analisis Data

Data yang terkumpul dilakukan *coding*, *entry*, *cleaning* dan *editing* pada program statistik komputer perangkat lunak. Dilakukan uji normalitas *Saphiro Wilk* untuk data lingkaran pinggang, *visceral fat*, dan ferritin. Dilakukan uji hubungan lingkaran pinggang dan *visceral fat* dengan ferritin menggunakan uji hubungan *Spearman*. Signifikansi dicapai jika $p < 0,05$.¹⁴

HASIL PENELITIAN

Populasi penelitian ini adalah civitas akademika dalam lingkup Universitas Diponegoro yang termasuk dalam kategori obesitas. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2018 hingga September 2018 di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dan sampel diperiksa di *laboratorium* Rumah Sakit Nasional Diponegoro (RSND). Diperoleh 54 subyek penelitian yang bersedia menjadi sampel, namun hanya 36 subyek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian dan data deskriptif

No.	Karakteristik	Mean ± SD	Median (Min-Maks)
1.	Usia (tahun)	25,47±8,12	20,5(18-46)
2.	Tinggi Badan (cm)	161,84±6,94	160,2(149-175)
3.	Berat Badan (kg)	83,77±10,87	83,6(65,5-111)
4.	Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	31,94±3,41	31,2(27,3-41,6)
5.	Lingkar Pinggang (cm)	95,93±8,64	96,5(79,5-114)
6.	Visceral fat	14,26±5,3	13,5(7-30)
7.	Ferritin (ng/mL)	72,47±72,6	44,1(10-307,4)

Distribusi subyek penelitian ini adalah sebanyak 15 orang (41,7%) berjenis kelamin laki-laki dan 21 orang (58,3%) berjenis kelamin perempuan. Rerata usia responden adalah 25,47±8,12 tahun. Usia termuda subyek penelitian ini adalah 18 tahun dan usia tertua subyek penelitian ini adalah 46 tahun.

Nilai rerata untuk tinggi badan adalah 161,84±6,94 cm dengan tinggi badan terendah adalah 149 cm dan tertinggi yaitu 175 cm. Nilai rerata berat badan adalah 83,77±10,87 kg dengan berat

badan terendah adalah 65,5 kg dan terberat yaitu 111 kg.

Nilai rerata untuk IMT sebesar 31,94±3,41 kg/m² dengan nilai IMT terendah adalah 27,3 kg/m² dan tertinggi yaitu 41,6 kg/m². Variabel lingkar pinggang didapatkan nilai rerata 95,93±8,64 cm dengan nilai lingkar pinggang terendah adalah 79,5 cm dan tertinggi adalah 114 cm. Variabel *visceral fat* didapatkan nilai rerata 14,26±5,3 dengan nilai *visceral fat* terendah adalah 7 dan tertinggi yaitu 30. Nilai rerata untuk variabel terikat yaitu ferritin sebesar 72,47±72,6 ng/mL dengan nilai ferritin terendah adalah 10 ng/mL dan nilai ferritin tertinggi adalah 307,4 ng/mL.

Uji normalitas menggunakan *Saphiro-Wilk* (n<50) pada nilai ferritin dan *visceral fat* menghasilkan distribusi data tidak normal setelah dilakukan transformasi (p<0,05), sedangkan untuk data lingkar pinggang didapatkan distribusi normal (p=0,587). Hasil uji normalitas ditampilkan pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil uji normalitas *Saphiro-Wilk*

No.	Variabel	p-value
1.	Lingkar Pinggang	0,587
2.	Visceral fat	0,001
3.	Ferritin	0,000

Uji statistik menggunakan analisis korelasi data nonparametrik yaitu uji korelasi *Spearman*. Berdasarkan hasil uji analisis *Spearman* antara lingk pinggang dan ferritin didapatkan hasil $p=0,001$ ($p<0,05$); $r=0,55$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif sedang antara lingk pinggang dan ferritin pada obesitas.

Tabel 3. Hasil uji korelasi *Spearman*

No.	Variabel	Ferritin	
		r	p-value
1.	Lingkar Pinggang	0,550	0,001
2.	<i>Visceral fat</i>	0,416	0,012

Hasil uji korelasi *Spearman* ditampilkan pada tabel 3. Berdasarkan hasil uji analisis *Spearman* antara *visceral fat* dan ferritin didapatkan hasil $p=0,012$ ($p<0,05$); $r=0,416$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif sedang antara *visceral fat* dan ferritin pada obesitas

PEMBAHASAN

Distribusi subyek penelitian baik sebelum maupun sesudah dilakukan eliminasi melalui kriteria inklusi dan eksklusi mayoritas berjenis kelamin perempuan. Secara global, laki-laki dan perempuan menghadapi risiko obesitas

yang berbeda. Data dari WHO menunjukkan bahwa frekuensi obesitas lebih tinggi di kalangan perempuan daripada laki-laki.¹⁵ Hal ini juga sesuai dengan survei Riskesdas 2013 yaitu prevalensi penduduk laki-laki dewasa obesitas sebanyak 19,7% dan prevalensi penduduk perempuan dewasa obesitas sebanyak 32,9%.³ Penelitian oleh Rebecca Kanter, *et al*, pada tahun 2012 dan Cynthia L, *et al*, pada tahun 2015 juga menunjukkan hasil yang sama.^{16,17}

Distribusi usia pada penelitian ini berkisar antara 18 hingga 46 tahun, sehingga termasuk dalam kategori usia dewasa. Indeks massa tubuh (IMT) dihitung dengan menggunakan nilai tinggi badan dan berat badan. Kategori obesitas menurut Riskesdas pada usia dewasa (>18 tahun) yaitu apabila memiliki $IMT \geq 27,0$. Pada penelitian ini didapatkan IMT subyek berkisar antara 27,3 hingga 41,6.

Distribusi lingk pinggang pada penelitian ini berkisar antara 79,5 hingga 114 cm. Kriteria obesitas sentral menurut WHO untuk Asia Tenggara adalah untuk laki-laki memiliki lingk pinggang >90 cm dan untuk perempuan memiliki lingk pinggang >80 cm.¹⁸ Terdapat 1 subyek perempuan pada penelitian ini yang termasuk kriteria obesitas berdasarkan

IMT namun memiliki lingkar pinggang kurang dari 80 cm. Sedangkan untuk variabel *visceral fat*, menurut user manual alat *Omron Karada Scan HBF 375*, nilai *visceral fat* 0,5-9,5 dikategorikan normal; 10-14,5 dikategorikan tinggi; 15,0-30,0 dikategorikan sangat tinggi. Distribusi *visceral fat* pada penelitian ini berkisar antara 7 hingga 30. Terdapat 8 (22%) subyek yang memiliki nilai *visceral fat* normal, 16 (45%) subyek memiliki nilai *visceral fat* tinggi, dan 12 (33%) subyek memiliki nilai *visceral fat* sangat tinggi.

Distribusi ferritin serum pada penelitian ini berkisar antara 10 hingga 307,4 ng/mL dengan rerata ferritin serum yaitu 44,1 ng/mL. Pada penelitian ini, hasil ferritin serum pada 24 (67%) subyek penelitian masih dalam batas normal. Terdapat 12 (33%) subyek penelitian yang memiliki nilai ferritin dibawah *cutoff (reference range)* dari ferritin serum menurut *user guideline I-Chroma* dan *case report* yang ditulis oleh Marianna Koperdanova pada tahun 2015.¹⁹

Nilai ferritin serum yang meningkat walaupun masih dalam batas normal dan nilai ferritin yang rendah dapat disebabkan oleh karena subyek obesitas mungkin mengalami defisiensi besi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ana

C, *et al*, pada tahun 2010 yang menyebutkan bahwa resiko defisiensi besi meningkat pada obesitas dan ferritin serum cenderung meningkat diakibatkan kondisi inflamasi yang terdapat pada obesitas.

Hepsidin merupakan hormon yang berperan penting dalam pengaturan besi di dalam tubuh dan diproduksi di hepar dan jaringan lain, salah satunya adalah jaringan lemak.^{20,21} Pada obesitas, kadar hormon hepsidin mengalami peningkatan diakibatkan oleh peningkatan jaringan lemak. Kondisi inflamasi kronis subklinis yang terdapat pada obesitas dimana terjadi peningkatan sitokin pro-inflamasi seperti IL-6 juga turut berperan dalam peningkatan produksi *hepatic* hepsidin. Peningkatan hepsidin menyebabkan penyerapan zat besi di usus berkurang dan menghambat pelepasan besi oleh makrofag.²²

Defisiensi besi pada obesitas dapat menjadi tidak diketahui apabila dilihat dari kadar ferritin serum.⁵ Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Axel Dignass, *et al*, pada tahun 2018 yang menyebutkan bahwa pasien dengan kondisi inflamasi memiliki ketersediaan besi yang terbatas, baik untuk eritropoiesis maupun fungsi sel lainnya karena peningkatan

hepsidin meskipun kadar ferritin serum normal atau tinggi.²³

Hasil peningkatan nilai ferritin namun masih dalam batas normal pada subyek penelitian ini mungkin juga disebabkan oleh ferritin yang merupakan protein fase akut, sedangkan obesitas merupakan kondisi inflamasi kronik subklinik. Penelitian yang dilakukan oleh Jain S, *et al*, pada tahun 2011 menyebutkan bahwa konsentrasi maksimal dari serum protein fase akut biasanya tercapai dalam 24-48 jam setelah inisiasi inflamasi atau infeksi. Peningkatan protein fase akut lebih rendah pada kondisi inflamasi kronis dibandingkan dengan inflamasi akut.²⁴

Hasil analisa data menunjukkan terdapat hubungan positif sedang antara lingkar pinggang dengan ferritin serum pada obesitas ($p=0,001$ dan $r=0,55$). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suk Shim, Young, *et al* pada tahun 2017 yang menyatakan adanya hubungan positif antara lingkar pinggang dan ferritin serum baik pada laki-laki ($p<0,001$) maupun perempuan ($p=0,003$).²⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Alam, Fariza, *et al* pada tahun 2015 menyatakan adanya hubungan positif antara IMT dan CRP dengan ferritin serum. Ekspresi ferritin distimulasi oleh

beberapa faktor, seperti inflamasi dan penyakit hati. Inflamasi yang terjadi menginduksi hati untuk mensintesis protein fase akut, salah satunya adalah ferritin.⁵ Obesitas merupakan salah satu kondisi terjadinya inflamasi di dalam tubuh. Akumulasi asam lemak bebas yang terdapat pada obesitas mengaktifasi kaskade *pro-inflammatory serine kinase*.²⁶

Peningkatan sekresi sitokin pro-inflamasi yang terlihat di lemak visceral menggambarkan inflamasi kronis yang sedang terjadi di jaringan lemak individu obesitas.¹¹ Terdapat berbagai pengukuran antropometri dalam menentukan seseorang dikategorikan sebagai obesitas. Lingkar pinggang merupakan pengukuran antropometri yang paling menggambarkan jaringan lemak visceral.⁸

Hasil hubungan hubungan positif sedang antara lingkar pinggang dengan ferritin serum pada penelitian ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Palvi Hamalainen *et al* pada tahun 2014 yang menyatakan adanya hubungan signifikan dari perubahan ferritin serum dengan perubahan lingkar pinggang ($p<0,001$). Kesimpulan yang didapat melalui penelitian tersebut yaitu peningkatan lingkar pinggang berhubungan

positif dengan peningkatan ferritin serum baik di laki-laki maupun perempuan.²⁷

Hasil analisa data menunjukkan terdapat hubungan positif sedang antara *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas ($p=0,012$ dan $r=0,416$). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Iwasaki T, *et al* pada tahun 2005 yang mendapatkan hasil hubungan positif ($p<0,0001$ dan $r=0,254$) antara ferritin serum dan *visceral fat*. Kesimpulan dari penelitian tersebut yaitu kadar serum ferritin mungkin dapat menjadi indikator yang berguna terhadap kadar lemak sistemik dan tingkat resistensi insulin.²⁸

Jaringan adiposa pada obesitas mensekresikan berbagai sitokin pro-inflamasi seperti IL-6 dan TNF- α yang selanjutnya menyebabkan peningkatan dari produksi protein fase akut, salah satunya adalah ferritin.⁴ Sel inflamasi terletak lebih banyak pada lemak viseral dibandingkan dengan lemak subkutan.²⁹

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Inga Schlecht, *et al* pada tahun 2015, *visceral fat* merupakan indikator yang paling berpengaruh terhadap peningkatan mediator inflamasi seperti IL-6 dan TNF- α .³⁰ Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah peningkatan *visceral fat*

berhubungan positif dengan peningkatan kadar serum ferritin. Hal ini mendukung hasil penelitian ini dimana terdapat hubungan positif sedang antara *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas.

Keterbatasan penelitian ini yaitu peneliti tidak dapat memeriksa seluruh indikator inflamasi dan infeksi pada subyek penelitian sehingga hasil peningkatan ferritin yang terjadi dapat dipengaruhi oleh kondisi inflamasi yang tidak diketahui di dalam tubuh.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu terdapat hubungan positif sedang antara lingkaran pinggang dengan kadar ferritin serum pada obesitas dan terdapat hubungan positif sedang antara *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas.

Saran

Saran pada penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara lingkaran pinggang dan *visceral fat* dengan kadar ferritin serum pada obesitas dengan membedakan subyek berdasarkan tipe obesitas dan perlu dilakukan pemeriksaan parameter inflamasi lain untuk mengetahui

kondisi subyek yang dapat mempengaruhi hasil kadar ferritin serum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ofei F. Obesity - a preventable disease. *Ghana Med J.* 2005;39(3):98–101.
2. Kaestner R. Obesity: Causes, Consequences and Public Policy Solutions. *Illinois Rep.* 2009;94–102.
3. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. *Lap Nas* 2013. 2013;1–384.
4. Khan A, Khan WM, Ayub M, Humayun M, Haroon M. Ferritin Is a Marker of Inflammation rather than Iron Deficiency in Overweight and Obese People. *J Obes.* 2016;7.
5. Access O. Increased Body Mass Index may lead to Hyperferritinemia Irrespective of Body Iron Stores. 2015;31(6):1521–6.
6. Zimmermann MB. Methods to assess iron and iodine status. *Br J Nutr.* 2008;99(SUPPL. 3):2–9.
7. Boden G. Obesity and Free Fatty Acids. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2008;37(3):635–46.
8. Eklund CM. Chapter 5 Proinflammatory cytokines in CRP baseline regulation. *Adv Clin Chem.* 2009;48(9):111–36.
9. Kroot A, Viljoen M. Acute Phase Proteins: Ferritin and Ferritin Isoforms, Acute Phase Proteins - Regulation and Functions of Acute Phase Proteins. *Acute phase proteins - Regul Funct acute phase proteins.* 2011;154–86.
10. A shuster, M Patlas, J H Pinthus MM. The clinical importance of visceral adiposity : a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *An Int J Radiol Radiat Oncol All Relat Sci.* 2012;85(1009):1–10.
11. Nishimura S, Manabe I, Nagai R. Adipose tissue inflammation in obesity and metabolic syndrome. *Discov Med.* 2009;8(41):55–60.
12. Li X, Katashima M, Yasumasu T, Li KJ. Visceral fat area, waist circumference and metabolic risk factors in abdominally obese Chinese adults. *Biomed Environ Sci.* 2012;25(2):141–8.
13. Park SK, Choi WJ, Oh CM, Kim J, Shin H, Ryoo JH. Association between serum ferritin levels and the incidence of obesity in Korean men: A prospective cohort study. *Endocr J.* 2014;61(3):215–24.

14. Dahlan S. Statistik Untuk Kedokteran dan Kesehatan : Deskriptif, Bivariat, Multivariat. 6th ed. Jakarta: Salemba Medika; 2016. 221 p.
15. Africa S, Case A, Menendez A. Economics and Human Biology Sex differences in obesity rates in poor countries : Evidence from. Elsevier. 2009;7:271–82.
16. States U, Flegal KM, Ph D. Prevalence of Obesity Among Adults and Youth : 2011-2014. PubMed. 2015;(219):1–8.
17. Kanter R, Caballero B. Global Gender Disparities in Obesity : A Review 1. Adv Nutr. 2012;3(4):491–8.
18. WHO. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation. World Heal Organ. 2008;(December):8–11.
19. Koperdanova M, Cullis JO. Interpreting raised serum ferritin levels. Vol. 351, BMJ (Online). 2015. p. 9–11.
20. Angelo GD, Coagulazione E, Chimica-clinica L, Microbiologia E, Ospedaliera A, Abate SA. Role of hepcidin in the pathophysiology and diagnosis of anemia. Blood Reseach. 2013;48(1):1–2.
21. Collins JF, Wessling-resnick M, Knutson MD. Hpcidin Regulation of Iron Transport 1 – 3. J Nutr. 2008;138(11):2284–8.
22. Cepeda-lopez AC, Aeberli I, Zimmermann MB. Does Obesity Increase Risk for Iron Deficiency? A Review of the Literature and the Potential Mechanisms. Int J Vitam Nutr Res. 2010;80(4–5):263–70.
23. Dignass A, Farrag K, Stein J. Limitations of Serum Ferritin in Diagnosing Iron Deficiency in Inflammatory Conditions. Int J Chronic Dis. 2018;2018(Table 1):1–11.
24. Jain S, Gautam V, Naseem S. Acute-phase proteins: As diagnostic tool. J Pharm Bioallied Sci. 2011;3(1):118–27.
25. Korean T, Health N, Survey NE. Association of serum ferritin with insulin resistance, abdominal obesity, and metabolic syndrome in Korean adolescent and adults. Medicine (Baltimore). 2017;8(January).
26. Rocha VZ, Libby P. Obesity, Inflammation , and Atherosclerosis. Nat Publ Gr. 2009;6(6):399–409.
27. Hämäläinen P, Saltevo J, Kautiainen H, Mäntyselkä P, Vanhala M. Serum ferritin levels and the development of metabolic syndrome and its

- components : Diabetol Metab Syndr. 2014;6(114):1–7.
28. Iwasaki T, Nakajima A, Terauchi Y, Yoneda M, Yamada Y, Mukasa K, et al. Serum Ferritin is Associated with Visceral Fat and Subcutaneous Fat Area. *Diabetes Care*. 2005;28(10):91.
29. Ibrahim MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: Structural and functional differences. *Obes Rev*. 2010;11(1):11–8.
30. Schlecht I, Leitzmann MF. Relations of Visceral and Abdominal Subcutaneous Adipose Tissue , Body Mass Index , and Waist Circumference to Serum Concentrations of Parameters of Chronic Inflammation. *Eur J Obes*. 2016;144–57.