

HUBUNGAN ANTARA LEMAK VISERAL, LINGKAR PERUT DAN RASIO LINGKAR PINGGANG PANGGUL DENGAN KADAR SERUM MAGNESIUM PADA WANITA USIA SUBUR OBESITAS SENTRAL

Relationship Between Visceral Fat, Waist Circumference And Waist Hip Ratio With Serum Magnesium Level In Woman Of Reproductive Age With Central Obesity

Widiasih Esti, SS Darmono, Nugrohowati AK

*PPDS Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

**Staf PPDS Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

***Kepala Instalasi Gizi RS Nasional Diponegoro, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Background: Obesity is a major public health problem today. Chronic imbalances between energy intake and energy expenditure will eventually cause obesity. Central obesity proved to be more at risk for health problems. Some micronutrients are found to be involved in the development of obesity. Magnesium is found to have a role in the development of obesity.

Objective: to analyse the association of serum magnesium with various central obesity parameters such as abdominal circumference (WC), waist-hip ratio (WHR) and the amount of visceral fat in woman of reproductive age with central obesity based on the hypothesis that obese subjects with hypomagnesemia are more prone to fall in complications of metabolic syndrome.

Research method: This is a population-based cross-sectional study. A total of 52 apparently healthy adults woman of reproductive age between 18 and 35 years with central obesity ($BMI > 25 \text{ kg/m}^2$, $WC > 80 \text{ cm}$), were recruited with prior ethical approval and written informed consent. WC and WHR were measurement using midline, visceral fat using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and serum magnesium levels from venous blood. Hypothesis testing uses simple correlation and simple linear regression analysis for predictive values.

Results: There was a significant negative correlation between Waist circumference ($r = -0,473$; $p = 0,000$), WHR ($r = -0,476$; $p = 0,000$) and visceral fat ($r = -0,628$; $p = 0,000$) with serum magnesium levels.

Conclusion: there is a significant correlation between the size of the Waist circumference, WHR and visceral fat (central obesity) to decrease serum magnesium levels.

Keywords: waist circumference, WHR, visceral fat, central obesity, serum magnesium

ABSTRAK

Latar belakang : Obesitas adalah masalah kesehatan masyarakat utama saat ini. Ketidakseimbangan kronis antara asupan energi dan pengeluaran energi pada akhirnya akan menyebabkan obesitas. Obesitas sentral terbukti lebih berisiko pada masalah kesehatan. Beberapa mikronutrien ditemukan terlibat dalam perkembangan obesitas. Magnesium ditemukan memiliki peran dalam perkembangan obesitas.

Tujuan: menganalisis hubungan serum magnesium dengan berbagai parameter obesitas sentral seperti lingkaran perut (LP), rasio pinggang-panggul (RLPP) dan jumlah lemak viseral pada WUS obesitas sentral berdasarkan hipotesis bahwa subjek obesitas dengan hipomagnesemia lebih rentan jatuh dalam komplikasi sindrom metabolik.

Metode penelitian : penelitian korelasional dengan desain *cross sectional* melibatkan subyek WUS obesitas sentral sebanyak 52 subyek di kota Semarang dari bulan April-Mei 2019 yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Dilakukan pengukuran LP, RLPP, dan lemak viseral menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) dan kadar serum magnesium dari darah vena. Uji hipotesis menggunakan korelasi sederhana dan analisis regresi linier sederhana untuk nilai prediksi.

Hasil : Terdapat korelasi negatif bermakna antara lingkaran perut ($r = -0,473$; $p = 0,000$), RLPP ($r = -0,476$; $p = 0,000$) dan lemak viseral ($r = -0,628$; $p = 0,000$) dengan kadar serum magnesium.

Simpulan : terdapat korelasi bermakna antara besarnya lingkaran perut, RLPP dan lemak viseral (obesitas sentral) terhadap penurunan kadar serum magnesium.

Kata kunci : lingkaran perut, RLPP, lemak viseral, obesitas sentral, WUS, serum magnesium

LATAR BELAKANG

Angka kejadian *overweight* dan obesitas terus meningkat, menempatkan individu pada risiko tinggi penyakit metabolik dan kardiovaskular.¹ Perubahan kebudayaan masyarakat mengkonsumsi *fast food* ditambah dengan ketidakseimbangan antara asupan makanan dengan aktivitas yang dilakukan, terjadinya stres, dan kurang berolahraga akan menyebabkan penumpukan energi dalam tubuh yang berkembang menjadi obesitas.²

Jaringan lemak menghasilkan leptin yang akan merangsang pusat *anorexigenic* di hipotalamus untuk menurunkan produksi *neuro peptida Y* (NPY) sehingga menurunkan nafsu makan. Individu obesitas terjadi resistensi leptin sehingga nafsu makan meningkat dan keinginan makan menjadi tidak terkendali.³

Jaringan adiposa adalah organ yang mengeluarkan adipokines dan sebagai pemicu produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). Jaringan adiposa dianggap sebagai faktor independen pada produksi ROS sistemik.⁴ Inflamasi sebagai manifestasi dari peningkatan stres oksidatif, meningkat pada seseorang dengan obesitas. Mekanisme inflamasi pada obesitas terkait dengan adanya jaringan adiposa yang memproduksi adipokin dan protein fase akut yang dipicu oleh hipoksia. Hipoksia akan dihasilkan selama pertumbuhan berlebih dari jaringan adiposa selama obesitas.⁴ Adipokin dan hipoksia menyebabkan respon inflamasi.

Jaringan adiposa juga membuat dan melepaskan beberapa adipositokin. Adipositokin yang paling penting adalah TNF- α , yang berperan menginduksi resistensi insulin melalui *glucose transporter 4* (GLUT 4) dan meningkatkan pelepasan asam lemak bebas.⁵ Inflamasi pada obesitas menyebabkan resistensi insulin.^{4,5}

Keterlibatan mikronutrien dalam inflamasi individu obesitas masih terus diteliti dan dikembangkan. Beberapa defisiensi mineral dan vitamin terbukti meningkatkan inflamasi.^{5,6}

Magnesium dan Obesitas

Magnesium merupakan kation intraseluler paling banyak kedua (setelah potasium) dan merupakan kation tubuh manusia yang paling berlimpah keempat. Sekitar setengah dari magnesium ditemukan di tulang dan setengahnya di jaringan lunak. <1% dari total magnesium tubuh ditemukan dalam darah.⁶ Kadar magnesium serum normal adalah 1,5-2,3 mg / dl atau 0,62-0,95 mmol/L.⁷ Magnesium di dalam serum terbagi menjadi tiga bagian. Sekitar sepertiga dari magnesium serum adalah terikat pada protein, 25% dengan albumin dan 8% dengan globulin. Untuk sisa dua pertiga dari magnesium serum sebesar 92% adalah magnesium bebas, dan 8% kompleks dengan fosfat, sitrat, dan senyawa lainnya.⁸

Rekomendasi asupan diet magnesium adalah 350 mg per hari untuk pria dewasa dan 320 mg per hari untuk wanita dewasa.⁹ Hipomagnesemia didefinisikan sebagai konsentrasi magnesium serum $\leq 1,8$ mg / dL ($\leq 0,74$ mmol / L).⁶ Sumber makanan utama asupan mg termasuk biji-bijian, kacang-kacangan, dan sayuran berdaun hijau. Asupan magnesium menurun karena tingginya konsumsi makanan olahan dan makanan cepat saji yang tinggi kalori tetapi rendah mikronutrien. Demikianlah kejadiannya kekurangan magnesium kronis mungkin meningkat dengan risiko bahaya kesehatan tetapi tidak dikenali karena keterbatasan diagnostik status magnesium.¹⁰

Magnesium serum ditemukan memiliki korelasi dengan obesitas dalam beberapa penelitian. Kadar serum magnesium berbanding terbalik dengan indeks massa tubuh, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, lingkar pinggang (WC) dan kadar insulin puasa.¹¹

Kadar serum magnesium rendah pada individu yang kelebihan berat badan mungkin karena penyerapan menurun atau meningkatnya ekskresi magnesium. Peningkatan konsumsi makanan cepat saji dan penurunan asupan serat, biji-bijian, sayuran berdaun hijau, gandum utuh, kacang-kacangan, dan buah-buahan, berkontribusi terhadap asupan magnesium, dan telah terbukti berbanding terbalik dengan berat badan.¹²

Pada individu dengan obesitas terjadi pembesaran adiposit sehingga suplai darah ke adiposit terganggu sehingga bisa terjadi hipoksia. Hipoksia akan memicu produksi metabolit aktif adipocytokines yang meliputi C-reaktif protein (CRP), aktivator plasminogen inhibitor-1, dan mediator proinflamasi

(*Tumor Necrosis Factor- α* , interleukin-6 (IL-6). Magnesium serum ditemukan berbanding terbalik dengan IL-6 dan sensitivitas tinggi CRP.¹³

Bukti bahwa magnesium terlibat langsung dalam regulasi berat badan tubuh masih kurang. Bukti bahwa inflamasi meningkat pada kejadian hipomagnesemia khususnya individu obesitas, dan terbukti menurun saat diberikan koreksi magnesium menjadikan perhatian akan pentingnya magnesium dalam mencegah berkembangnya komplikasi obesitas menjadi sindrom metabolik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan magnesium serum dengan parameter antropometrik obesitas sentral yaitu Lingkar Perut (LP), Rasio Lingkar Pinggang Panggul (RLPP), dan jumlah lemak visceral pada wanita usia subur dengan obesitas sentral.

METODE PENELITIAN

Penelitian *cross-sectional* dilakukan di kota Semarang pada populasi wanita usia subur (WUS) berusia 18-35 tahun dengan obesitas sentral (IMT > 25 kg/m², LP > 80 cm).

Subjek dengan kehamilan, riwayat atau sedang menderita tumor abdomen, riwayat atau sedang menderita penyakit diabetes, ginjal, hati atau kardiovaskuler, sedang menjalani program diet maupun konsumsi obat penurun berat badan, minum suplementasi mengandung magnesium, kalsium dan vitamin D atau suplemen lain 24 jam sebelum pemeriksaan, mengkonsumsi alkohol, mengkonsumsi obat hormonal, obat kontrasepsi, sedang menjalani kemoterapi, terdapat kelainan bentuk tulang belakang, edema / asites dikeluarkan dari penelitian.

Variabel yang diteliti yaitu : lemak visceral, lingkar perut (LP), rasio lingkar pinggang panggul (RLPP) dan kadar serum magnesium. Sebagai variabel perancu diteliti dan di analisis untuk asupan magnesium dan aktivitas fisik subyek.

Teknik Pengumpulan Data

Pemilihan subyek penelitian dilakukan dengan *consecutive sampling* yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi penelitian. Subyek bersedia mengikuti penelitian dan menandatangani lembar persetujuan.

Pengambilan data penelitian :

1. Lingkar perut (LP): diukur menggunakan meteran */midline* dengan satuan cm. LP diukur sesuai dengan rekomendasi WHO dengan pasien berdiri, ambil titik ukur ditengah antara tepi bawah rusuk terakhir dan batas superior krista iliaka.
2. Rasio lingkar pinggang panggul (RLPP) : hasil bagi antara lingkar perut dan lingkar panggul. Lingkar panggul merupakan diameter terlebar dari panggul.
3. Lemak visceral : diukur menggunakan alat *Body Impedance Analysis* (BIA).
4. Asupan Magnesium : jumlah asupan magnesium ke dalam tubuh yang berasal dari makanan dan minuman sehari-hari oleh subyek yang diukur dengan menggunakan form *food recall* 2x24 jam, diolah menggunakan program *nutrisurvey*.
5. Aktifitas fisik : kegiatan fisik sehari-hari yang dilakukan subyek meliputi jenis kegiatan, frekuensi dan durasi. Alat ukur menggunakan *Form Physical Activity Recall* modifikasi dari FAO/WHO.
6. Kadar Serum Magnesium : diperiksa dengan pengambilan darah vena subyek diukur dengan alat *Hematology Analyzer* di Laboratorium dinyatakan dalam satuan mg/dL, normal jika kadar Mg 1,8 – 2,4 mg/dL.

Analisis Statistik

Pengolahan data dilakukan setelah data pengukuran antropometri, lemak visceral dan kadar serum magnesium telah terkumpul. Data yang terkumpul melalui proses editing dan verifikasi. Selanjutnya data diubah ke dalam bentuk angka yang dimasukkan ke dalam computer melalui *data entry* pada program SPSS.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode analisis korelasi bivariat untuk menganalisis korelasi antar variabel yang diteliti. Analisis data meliputi : uji deskriptif (jumlah dan persentase), uji hipotesis dengan analisis korelasi Pearson (nilai $p < 0,05$, nilai r dengan interval kepercayaan 95%.) Jika syarat tidak terpenuhi, maka dipergunakan uji korelasi Spearman. Hasil uji signifikan dilanjutkan analisis regresi.

HASIL PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada 52 subyek WUS obesitas di kota Semarang, dengan karakteristik data subyek ada dalam tabel 1 untuk karakteristik data secara umum dan tabel 2 untuk karakteristik data perbandingan antara subyek normomagnesemia dan hipomagnesemia.

Tabel 1. Karakteristik Data Subyek Penelitian

Karakteristik Data	Rerata $\pm$ SB	Min - Maks
Usia (tahun)	25,7 $\pm$ 4,9	18 – 35
Tinggi Badan (cm)	155,6 $\pm$ 6,2	142 – 173
Berat Badan (kg)	80,9 $\pm$ 17,2	51,1 – 121,2
IMT (kg/m^2)	33,3 $\pm$ 6,5	24,3 – 47,34
Lingkar Perut (cm)	97,3 $\pm$ 13,9	74 – 131
RLPP (cm)	0,8 $\pm$ 0,38	0,80 – 0,97
Lemak Viseral	9,8 $\pm$ 3,3	4 – 17
Serum Magnesium (mg/dL)	1,99 $\pm$ 0,21	1,55 – 2,37
Asupan Magnesium (mg)	336,6 $\pm$ 38,1	270 – 443
Aktivitas Fisik Harian	1,87 $\pm$ 0,06	1,78 – 2,01

Tabel 2. Karakteristik Data antara Subyek Hipomagnesemia dan Normomagnesemia

Karakteristik Data	Hipomagnesemia	Normomagnesemia
	Rerata $\pm$ SB (Min – Maks)	Rerata $\pm$ SB (Min – Maks)
Jumlah Subyek (n)	8	44
Serum Magnesium (mg/dL)	1,72 $\pm$ 0,081 (1,57 – 1,79)	2,07 $\pm$ 0,14 (1,8 – 2,37)
Berat Badan (kg)	88,77 $\pm$ 14,86 (76,1 – 112,3)	81,09 $\pm$ 11,29 (56,2 – 112)
Indeks Massa Tubuh (kg/m^2)	36,56 $\pm$ 4,27 (29,36 – 44,98)	33,44 $\pm$ 4,01 (26,37 – 44,86)
Lingkar Perut (cm)	103,25 $\pm$ 7,40 (94 – 116)	96,41 $\pm$ 8,52 (83 – 115)
Rasio Lingkar Pinggang Panggul	0,89 $\pm$ 0,017 (0,87 – 0,93)	0,87 $\pm$ 0,04 (0,80 – 0,98)
Lemak Viseral	13,63 $\pm$ 1,59 (11 – 15)	10,3 $\pm$ 2,58 (6 – 15)
Asupan Magnesium (mg) (> 320 mg/hari)	308,13 $\pm$ 42,7 (277 – 410)	341,82 $\pm$ 35,33 (270 – 443)
Aktivitas Fisik Harian (PAL)	1,88 $\pm$ 0,05 (1,82 – 1,99)	1,87 $\pm$ 0,06 (1,78 – 2,01)

Didapatkan pada kelompok dengan hipomagnesemia memiliki rerata berat badan, Index Massa Tubuh (IMT), LP, RLPP dan lemak viseral yang lebih tinggi dibandingkan kelompok normomagnesemia. Asupan magnesium pada kelompok hipomagnesemia rata-rata dibawah angka kebutuhan asupan magnesium harian wanita dewasa (320 mg/hari) dan untuk aktivitas fisik rata-rata sama pada kedua kelompok.

Hasil data pengukuran LP, RLPP, lemak visceral, kadar serum magnesium, asupan magnesium dan aktifitas fisik terdistribusi normal ($p > 0,05$, uji Kolmogorov-Smirnov), sehingga dilakukan uji korelasi parametrik Pearson. Hasil uji korelasi yang signifikan ($p < 0,05$) dilanjutkan dengan uji regresi linier untuk mengetahui besaran pengaruh masing-masing variabel. Hasil uji di rangkum dalam tabel 3.

Tabel 3. Uji Korelasi Bivariat dan Uji Regresi Linier Variabel Penelitian

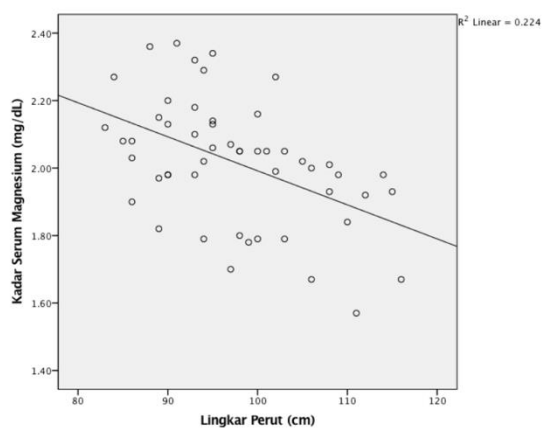
Variabel	r	p	R ²
Lingkar Perut	-0,473	0,000 **	0,224
RLPP	-0,476	0,000 **	0,227
Lemak Visceral	-0,628	0,000 **	0,394
Asupan Magnesium	0,551	0,000 **	0,303
Aktifitas Fisik	(-0,139)	0,327	

** = sangat bermakna * = bermakna

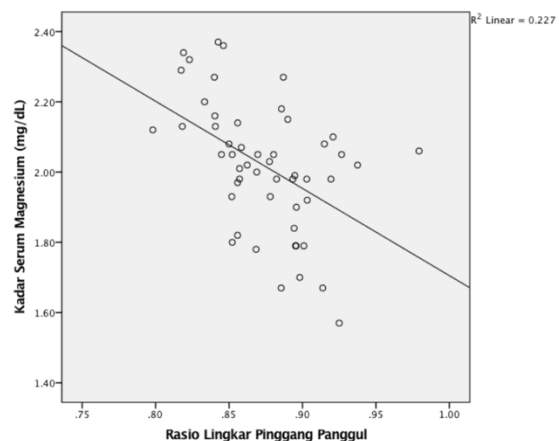
r = koefisien korelasi

R² = koefisien determinasi

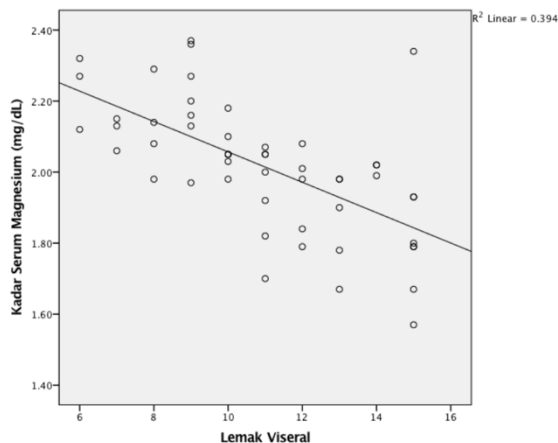
Grafik Scatter Plot



$r = (-0,473)$; $p = 0,000$; Kadar Serum Mg = $3000 - 0,01$ lingkar perut



$r = (-0,476)$; $p = 0,000$; Kadar Serum Mg = $4187 + (-2,48)$ RLPP



$r = (-0,628)$; $p = 0,000$; Kadar Serum Mg = $2485 + (-0,043)$ x lemak visceral.

Uji analisis statistik korelasi pada seluruh subyek didapatkan korelasi negatif yang signifikan antara lingkar perut, RLPP dan lemak visceral dengan kadar serum magnesium, yang artinya semakin tinggi nilai LP, RLPP dan lemak visceral maka akan semakin rendah kadar serum magnesiumnya.

Hal ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menemukan penurunan konsentrasi magnesium pada individu obesitas. Penelitian Guerrero-Romero menemukan bahwa individu-individu dengan berat badan obesitas memiliki kadar serum magnesium yang lebih rendah daripada individu dengan berat badan normal.¹⁴ Farhangi juga mendapatkan bahwa serum magnesium lebih rendah pada 40 perempuan obesitas di banding 42 perempuan non obesitas.¹⁵ Penelitian Bertinato menemukan pada 276 orang Asia dan 315 orang Kanada ditemukan bahwa kadar serum magnesium lebih rendah pada individu yang obesitas dibandingkan individu *overweight*.¹⁶

Analisa yang mendasari rendahnya kadar magnesium pada penelitian-penelitian di atas yaitu didapatkannya data bahwa kebiasaan makan makanan cepat saji yang tinggi kalori dan rendah mikronutrien telah menurunkan jumlah asupan magnesium yang masuk ke tubuh, adanya respon peradangan pada individu obesitas mempengaruhi absorpsi magnesium. Kondisi peradangan yang kronis akan menyebabkan hiperglikemia yang dapat meningkatkan ekskresi mikronutrien melalui urin.^{6,17} Konsumsi serat dan obat-obatan juga memiliki pengaruh terhadap homeostasis magnesium.¹⁸

Defisiensi magnesium mempengaruhi aktivasi jalur proinflamasi pada individu obesitas.¹⁰ Beberapa peneliti telah mengamati konsentrasi rendah magnesium berhubungan kuat terhadap peningkatan parameter inflamasi seperti *C-reactive protein* (CRP), *tumor necrosis alpha* (TNF- α) dan *interleukin-6* (IL-6).¹⁹ Mekanisme hipomagnesemia sebagai pencetus inflamasi atau justru memperburuk inflamasi yang sudah ada masih menjadi perdebatan dan belum jelas.

Pada individu obesitas terjadi pembesaran sel adiposit, suplai darah ke adiposit terganggu sehingga bisa terjadi hipoksia. Hipoksia akan memicu produksi metabolit aktif adipocytokines yang meliputi protein C-reaktif (CRP), aktivator plasminogen inhibitor-1, dan mediator proinflamasi (tumor nekrosis factor- α , interleukin-6 (IL-6)). Magnesium serum ditemukan berbanding terbalik dengan IL-6 dan sensitivitas tinggi C-reaktif protein.¹⁹

Magnesium memiliki peranan sangat penting dalam fosforilasi reseptor insulin, dimana jika kekurangan mineral magnesium dapat menyebabkan penurunan fungsi dari tirosin kinase pada reseptor insulin dan berhubungan dengan penurunan kemampuan insulin untuk menstimulasi kontrol glukosa pada jaringan. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya resistensi insulin dan bila terjadi terus menerus dan kronis dapat menyebabkan terjadinya diabetes mellitus.²⁰ Tanpa magnesium, kelenjar pankreas tidak akan mampu menghasilkan cukup insulin atau insulin yang disekresikan tidak cukup efisien dalam menjaga jumlah glukosa darah.²⁰

Hipomagnesemia dapat menyebabkan resistensi insulin yang menjurus ke penyakit diabetes tipe 2, dimana diabetes tipe 2 mutlak membutuhkan insulin. Resistensi insulin yang disebabkan kekurangan magnesium dapat menyebabkan beberapa keadaan metabolik yaitu kadar lipoprotein meningkat, trigliserida meningkat, sistem transpor glukosa terganggu, kadar TNF- α meningkat, dan tekanan darah meningkat.^{19,20}

Suplementasi magnesium terbukti memberikan pengaruh positif menurunkan faktor-faktor pro-inflamasi dan memperbaiki gejala-gejala sindrom metabolik pada pasien resistensi insulin.²¹ Sejumlah besar bukti klinis yang berasal dari uji coba *double-blind* menunjukkan bahwa suplementasi magnesium oral meningkatkan sensitivitas insulin, metabolisme trigliserida dan kolesterol, meningkatkan metabolisme glukosa, dan membantu menurunkan timbunan lemak tubuh.²¹ Hal inilah yang mendasari pentingnya pemeriksaan magnesium sebagai upaya awal untuk mengurangi risiko berkembangnya obesitas ke dalam kondisi sindrom metabolik.

Hasil penelitian ini menyebutkan bahwa ketiga teknik pengukuran antropometri tersebut signifikan berkorelasi negatif dengan kadar serum magnesium dengan kekuatan korelasi sedang dan kuat. Paling kuat korelasinya adalah lemak visceral ($r = -0,628$). Hasil penelitian ini memberikan alternatif apabila kita berada di area terpencil dimana kita tidak bisa menggunakan alat canggih maka pengukuran lingkar perut

dan RLPP ($r = -0,473$, $r = -0,476$) bisa digunakan untuk mengukur obesitas sentral sekaligus sebagai prediktor awal untuk mengetahui adanya penurunan kadar serum magnesium.

Penelitian ini juga mengukur variabel perancu yaitu jumlah asupan makan pasien khususnya makanan yang mengandung magnesium dan mengukur aktivitas fisik harian seluruh subyek. Hasil penelitian terhadap variabel perancu asupan magnesium, didapatkan bahwa terdapat perbedaan jumlah asupan magnesium pada subyek dengan hipomagnesemia dan normomagnesemia. Asupan magnesium pada subyek hipomagnesemia rata-rata $308 \pm 42,7$ mg / hari, lebih rendah dari AKG dan pada subyek normomagnesemia didapatkan rata-rata asupan magnesium $341,82 \pm 35,33$ mg / hari.

Kebutuhan asupan harian magnesium berdasarkan Angka Kecukupan Gizi Depkes RI tahun 2013 adalah untuk dewasa laki-laki adalah 350 mg/hari dan 320 mg/hari untuk wanita dewasa.⁹ Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan magnesium subyek mempengaruhi kadar serum magnesium dengan korelasi positif yang kuat ($r = 0,551$), menunjukkan bahwa semakin sedikit asupan magnesium maka akan semakin rendah kadar serum magnesium.

Data *food recall* asupan magnesium pada subyek penelitian menunjukkan bahwa subyek dengan normomagnesemia banyak memasukkan sayuran berdaun hijau, susu, beras merah, buah, kacang dan olahan kedelai seperti tahu tempe dalam komposisi makan utama sehari-hari.

Biji-bijian, kacang-kacangan, sayuran berdaun gelap, kerang, buah ara, lemon, jeruk, jagung kuning, almond, apel, lentil, kacang tanah, kacang polong, kacang mete, nasi, gandum, tauge, bayam, daun kelor, susu, keju cheddar, keju, ayam dan daging sapi adalah makanan-makanan yang kaya akan magnesium.⁹

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian pada mencit yang dilakukan restriksi asupan magnesium ketat ternyata dengan cepat menghasilkan penurunan magnesium yang dramatis.²²

Penelitian sebelumnya juga telah menemukan bahwa asupan magnesium pada makanan berbanding terbalik dengan indeks massa tubuh, lingkar pinggang, dan persentase lemak tubuh.²² Kadar magnesium serum rendah pada individu yang kelebihan berat badan disebabkan karena konsumsi asupan magnesium dibawah kebutuhan, penurunan absorpsi atau meningkatnya ekskresi magnesium.²³ Peningkatan konsumsi makanan cepat saji, penurunan asupan serat, biji-bijian, dan sayuran berdaun hijau dikaitkan dengan obesitas dan hipomagnesemia.²³ Homeostasis magnesium dalam darah di pengaruhi oleh asupan magnesium, kemampuan absorpsi pada traktus gastrointestinal dan pengaruh banyak sedikitnya ekskresi magnesium pada ginjal.^{6,17}

Variabel perancu yang di ukur berikutnya adalah aktivitas fisik yang diukur menggunakan form *physical activity recall* dari FAO. Dimana kriteria ditentukan berdasarkan nilai PAL (*Physical Activity Level*) yang merupakan hasil perkalian angka PAR (*Physical Activity Ratio*) sesuai jenis kegiatan dan sudah di tentukan nilainya dalam tabel, dengan lama durasi waktu kegiatan dalam menit dibagi 24. Subyek masuk dalam kriteria aktivitas fisik tinggi jika nilai PAL = 2 – 2,4, sedang = 1,7 – 1,99 dan ringan = 1,4 – 1,69.

Seluruh subyek memiliki aktivitas harian $1,87 \pm 0,06$, rata-rata subyek memiliki aktivitas fisik yang sama yaitu kategori sedang. Hal ini mungkin yang menyebabkan mengapa dalam penelitian ini aktivitas fisik tidak berhubungan dengan kadar serum magnesium karena hasil pengukuran aktivitas fisik antar subyek relatif sama. Kecenderungan subyek tidak melakukan aktivitas tinggi seperti olah raga berat bisa sebagai faktor penyebab jatuhnya dalam kondisi obesitas ataupun sebaliknya karena kondisi obesitas membuat subyek terbatas aktivitas fisiknya sehingga kesulitan melakukan aktivitas berat.

Aktivitas fisik memiliki pengaruh terhadap kadar serum magnesium karena kebutuhan magnesium menjadi lebih tinggi selama olahraga, terutama selama latihan intensitas berat. Selama latihan fisik, magnesium didistribusikan kembali dalam tubuh untuk mengakomodasi kebutuhan metabolisme. Aktivitas fisik membutuhkan produksi energi untuk meningkatkan kerja otot. Energi yang dibutuhkan untuk kontraksi otot berasal dari hidrolisis ATP , reaksi ini membutuhkan magnesium. Dalam otot rangka, magnesium melekat pada ATP sebelum *thick-filament myosin ATPase* dapat menghidrolisis ATP. Magnesium juga penting untuk aktivitas *calcium- magnesium ATPase enzyme* yang dibutuhkan untuk pompa kalsium kembali ke dalam retikulum sarkoplasma untuk menginduksi relaksasi. *Adrenergic outflow*

yang mana menstimulasi lipolisis dan menginduksi masuknya magnesium ke adiposit mengambil bagian dalam penurunan magnesium serum saat latihan.²³

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan antara lain : tidak menilai kadar hormon yang berkaitan dengan akumulasi lemak dalam tubuh, lamanya subyek mengalami kegemukan dan faktor genetik, tidak meneliti faktor-faktor inflamasi dalam hubungannya dengan obesitas sentral atau IMT dengan kejadian hipomagnesemia.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dari seluruh subyek penelitian WUS berusia 18-35 tahun dengan obesitas mengalami hipomagnesemia ($<1,8$ mg/dL) sebanyak 15 %. Uji korelasi antara besarnya LP, RLPP dan lemak visceral pada subyek memiliki korelasi negatif bermakna terhadap kadar serum magnesium. Hubungan lemak visceral lebih kuat mempengaruhi kadar serum magnesium daripada LP dan RLPP ($r = -0,628$, $R^2 = 0,394$). LP, RLPP dan jumlah lemak visceral dapat digunakan sebagai prediktor adanya penurunan serum magnesium pada individu obesitas sentral untuk mencegah komplikasi lebih lanjut menjadi sindrom metabolik.

SARAN

Penelitian ini menggunakan sampel darah vena dimana konsentrasi magnesium dalam serum darah paling kecil dibandingkan konsentrasi magnesium dalam eritrosit dan jaringan. Pada penelitian selanjutnya perlu dipertimbangkan untuk mengambil sampel pemeriksaan kadar magnesium dalam jaringan atau eritrosit. Perlu dilakukan penelitian yang sama dengan membandingkan antara subyek dengan IMT normal, *overweight* dan obesitas. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada populasi yang lebih besar dengan populasi yang berbeda (populasi lanjut usia, anak-anak, atau pria)

DAFTAR PUSTAKA :

1. Sarnali TT, Moyenuddin P. Obesity and Disease Association : A Review. AKMMC J. 2010;1(2): 21–4.
2. Drolet R, Richard C, Sniderman AD, Mailoux J, Fortier M, Huot C et al. Hypertrophy and hyperplasia of abdominal adipose tissues in women. Int J Obes (Lond).2008; 32 (2) : 283-91
3. Gurevich-Panigrahi T, Panigrahi S, Wiechec E, Los M. Obesity: pathophysiology and clinical management. Curr Med Chem. 2009;16 (4): 506–21.
4. Sankhla M , Sharma TK , Mathur K , Rathor JS , Butolia V , Gadhok AK , Vardey SK , Sinha M , Kaushik GG. Relationship of oxidative stress with obesity and its role in obesity induced metabolic syndrome. Clinical Laboratory. 2012. 01 Jan 2012, 58(5-6):385-392.
5. Gastaldelli A, Miyazaki Y, Pettiti M, Buzzigoli E, Mahankali S, Ferrannini E, et al. Separate contribution of diabetes, total fat mass, and fat topography to glucose production, gluconeogenesis, and glycogenolysis. J Clin Endocrinol Metab 2004; 89: 3914-21.
6. F. de Baaij Jeroen H , Hoenderop Joost GJ, Bindels Jene´ JM. Regulation of magnesium balance: lessons learned from human genetic disease. Clin Kidney J. 2012 ; 5 (1): 15–24
7. Castello RB, Elin RJ, Rosanof A, Wallace C Taylor, Guerrero RF, Hruby Adela, et al. Perspective: the case for an evidence-based reference interval for serum magnesium: The time has come. Adv Nutr 2016;7:977–93
8. Seo M Jang, Won D, Park Tae Jin. Magnesium Metabolism. Electrolyte & Blood Pressure 2008; 6 : 86-95
9. AKG. Angka Kecukupan Gizi Energi, Protein, Lemak, Mineral dan Vitamin yang di Anjurkan Bagi Bangsa Indonesia. Lampiran Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013.
10. Soares AR, Jayanne K , Severo JS, Beatriz J, Morais S, Coelho et al. Hypomagnesemia and its relation with chronic low-grade inflammation in obesity. Rev Assoc Med Bras 2017; 63 (2) :156-163
11. Jose B, Jain V, Vikram NK, Agarwal A, Saini S. Serum magnesium in overweight children. Indian Pediatr 2012;49:100-1
12. Rodriguez Martha, Guerrero Romero. Oral Magnesium Supplementation Improves the Metabolic Profile of Metabolically Obese, Normal-weight Individuals: A Randomized Double-blind Placebo-controlled Trial. Archives Of Medical Research. 2014 (45) 5 : 388-93.
13. Nielsen FH. Magnesium, inflammation, and obesity in chronic disease. Nutr Rev. 2010; 68(6):333-40.
14. Guerrero-Romero F, Rodríguez-Morán M. Serum magnesium in the metabolically-obese normal-weight and healthy-obese subjects. Eur J Intern Med. 2013; 24(7) : 639-43.

15. Farhangi MA, Ostadrahimi Alireza, Mahboob Soltanali. Serum calcium, magnesium, phosphorous and lipid profile in healthy Iranian premenopausal women. *Biochemia Medica* 2011;21(3) : 312–20
16. Bertinato J, Xiao CW, Ratnayake WM, Fernandez L, Lavergne C, Wood C et al. Lower Serum Magnesium concentration is associated with diabetes, insulin resistance, and obesity in South Asian and white Canadian women but not men. *Food & Nutrition Research* 2015; 59 : 259-74
17. Vormann Jürgen . *Review Magnesium: Nutrition and Homeostasis* . AIMS Public Health, 2016 ; 3 (2): 329-340
18. Seo M Jang, Won D, Park Tae Jin. Magnesium Metabolism. *Electrolyte & Blood Pressure* 2008; 6 : 86-95
19. Kim DJ, Xun P, Liu K, Loria C, Okota KY, David R, *et al.* Magnesium intake in relation to systemic inflammation, insulin resistance, and the incidence of diabetes. *Diabetes Care* 2010;33:2604-10.
20. Kostkov Krasimir. Effects of Magnesium Deficiency on Mechanisms of Insulin Resistance in Type 2 Diabetes: Focusing on the Processes of Insulin Secretion and Signaling. 2019. *Int J Mol Sci* ; 20 (6) : 1351
21. Schwalfenberg Gerry K. Genuis Stephen J. Review Article :The Importance of Magnesium in Clinical Healthcare. *Hindawi Scientifica*. 2017 : 1-14
22. Castiglioni Sara, Cazzaniga Alessandra, Locatelli Laura, Maier Jeanette AM. Burning magnesium, a sparkle in acute inflammation: gleams from experimental models. *Magnesium Research* 2017; 30 (1): 8-15
23. Zhang Y, Xun Pengcheng, Wang Ru, Mao L, He Ka. Can magnesium enhance exercise performance ?. *Nutrients*.2017 ;9(9) : 964-70