

ASUPAN SENG, KADAR SERUM SENG, DAN *STUNTING* PADA ANAK SEKOLAH DI PESISIR SEMARANG

*(Zinc intake, zinc serum level, and stunting among school children
in coastal area of Semarang)*

Adriyan Pramono^{1,2}, Binar Panunggal^{1,2}, Neni Anggraeni¹, Mohammad Zen Rahfiludin³

¹Jurusan Ilmu Gizi, Universitas Diponegoro, Jl. Dr. Sutomo No. 18 Semarang 50231

²CENURE-Universitas Diponegoro, Jl. Dr. Sutomo No.18 Semarang 50231

³Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudarto SH, Semarang 50275

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine prevalence of at risk inadequate intake of dietary zinc, and to analyze differences of zinc serum level between dietary zinc quintile and stunting status. A cross sectional study was conducted to 70 school children (9-12 years) selected by simple random sampling. Height was measured by stadiometer and weight was measured using calibrated digital weight-scale. Zinc serum level was analyzed by Atomic Absorbance Spectrophotometry (AAS) method, and dietary intake of zinc and iron was obtained using semi-quantitative Food Frequency Questionnaire (FFQ). Data were analyzed using Anova test. Seventy percent subjects were at risk inadequate intake of dietary zinc based on Estimated Average Requirement (EAR) cut off and zinc serum levels among all subjects in this study were <65 µg/dl. There were 47.1% stunting children found in this study. Mean zinc serum levels significantly differences between dietary zinc quintile ($p=0.000$) and between stunting status ($p=0.000$). At risk inadequate dietary zinc still contributed to zinc deficiency in coastal school children population. Zinc status was significantly different between stunted and normal children.

Keywords: *coastal area, dietary zinc, EAR, stunting, zinc serum levels*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prevalensi risiko kurangnya asupan seng dan menganalisis perbedaan kadar serum seng antara kuintil asupan seng dan status *stunting*. Studi *cross sectional* dilakukan terhadap 70 anak sekolah (9-12 tahun) yang dipilih secara acak sederhana. Tinggi badan diukur dengan stadiometer dan berat diukur dengan menggunakan timbangan digital terkalibrasi. Kadar seng serum dianalisis dengan metode *Atomic Absorbance Spectrophotometry* (AAS), dan data asupan seng dan besi diperoleh melalui wawancara dengan *Food Frequency Questionnaire* (FFQ). Data dianalisis dengan metode analisis statistik Anova. Sejumlah 70% subjek berisiko kurangnya asupan seng makanan berdasarkan *Estimated Average Requirement* (EAR) dan kadar serum seng semua subjek pada studi ini <65 mg/dl. Sebanyak 47,1% anak pendek ditemukan dalam penelitian ini. Terdapat perbedaan bermakna rata-rata serum seng antara kuintil asupan seng ($p=0,000$) dan antara status *stunting* ($p=0,000$). Risiko kurangnya asupan seng masih berkontribusi terhadap defisiensi seng pada populasi anak sekolah di pesisir. Status seng berbeda bermakna antara anak *stunting* dan normal.

Kata kunci: asupan seng, EAR, kadar serum seng, pendek, pesisir

PENDAHULUAN

Seng (Zn) adalah mikromineral esensial sebagai kofaktor lebih dari 100 metaloenzim yang berperan penting dalam regenerasi sel, metabolisme, pertumbuhan, dan perbaikan jaringan tubuh (Osredkar & Sustar 2011). Setiap hari seng di dalam tubuh mengalami ekskresi sehingga asupan seng harian diperlukan untuk menjaga

seng di dalam tubuh tetap normal karena tubuh tidak memiliki mekanisme khusus untuk menyimpan seng (Stipanuk 2006). Peningkatan kebutuhan seng harian individu terjadi terutama pada populasi balita, anak-anak, remaja, dan wanita hamil (IOM 2004). Defisiensi seng dikaitkan dengan pertumbuhan yang tidak optimal, diare, serta penurunan fungsi imunitas (Gropper *et al.* 2009).

*Korespondensi: Telp: +6281326364152, Surel: adriyanpram@gmail.com

Serum seng merupakan salah satu *biomarker* yang sering digunakan untuk menilai status seng (Gibson, 2005). Waktu pengambilan sampel serum seng, kontaminasi sampel darah dengan material lainnya seperti debu, serta penggunaan tabung sampel darah yang tidak berbahan logam menjadi isu pengukuran serum seng di populasi (IZiNCG 2007). Hubungan antara serum seng dengan pertumbuhan dikaitkan dengan fungsi seng meningkatkan sekresi pituitari sebagai bahan baku hormon pertumbuhan/*Growth Hormon* (GH) (MacDonald 2000). Studi di Thailand menunjukkan kadar seng serum yang rendah cenderung terjadi pada anak laki-laki yang pendek (Gibson *et al.* 2007). Pada studi di wilayah rural Cina yang secara geografis mengandung seng yang rendah di dalam tanah, menunjukkan prevalensi defisiensi seng <25% (Qin *et al.* 2009). Studi di Ethiopia menunjukkan tidak ada perbedaan kadar seng serum berdasarkan tingkat keparahan *stunting* (Amare *et al.* 2012). Hasil beberapa studi tentang perbandingan kadar seng serum menurut status indeks tinggi badan menurut umur pada anak masih tidak konsisten dan studi yang mengukur kadar serum seng pada anak di wilayah pesisir belum banyak dilakukan di Indonesia.

International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) mengestimasi lebih dari 25% populasi di negara berkembang berisiko defisiensi seng (Brown *et al.* 2004). Prevalensi defisiensi seng tingkat sedang sebesar 5-30% terjadi pada anak-anak maupun remaja (Fesharakinia *et al.* 2009). Ketidakcukupan asupan seng merupakan penyebab utama defisiensi seng di negara berkembang termasuk mungkin Indonesia. Kandungan seng dalam bahan pangan golongan nabati, sayuran, dan buah-buahan sangat bergantung pada kandungan seng di dalam tanah (Alloway 2008). Area pesisir merupakan salah satu area yang kandungan seng dalam tanahnya rendah (Santos-Echeandia *et al.* 2012). Data kuantitatif asupan seng pada anak usia sekolah di wilayah pesisir Indonesia belum banyak terdokumentasikan.

Populasi di pesisir memiliki akses terhadap bahan pangan hewani yang kaya akan kandungan seng, namun pola konsumsi makanan pokok masyarakat di pesisir masih terdapat bahan makanan sumber fitat yang tinggi, dapat berakibat rasio molar fitat (Ft) dan seng (Zn) tinggi. Rasio molar Ft:Zn yang tinggi menghambat absorpsi seng dalam tubuh (Gibson 2007). Absorpsi mineral esensial seperti seng dari sumber makanan yang tinggi fitat (non-heme) terbukti lebih rendah dibanding bahan makanan sumber hewani (heme). Diduga bahwa seng yang ter-

kandung dalam bahan pangan nabati juga rendah bioavailabilitasnya (Hunt 2004).

Pada anak dalam keluarga dengan tingkat pendapatan rendah, asupan seng yang tidak adekuat dapat terjadi karena sebagian besar asupan berasal dari makanan nabati dan sedikit mengonsumsi makanan hewani. Wilayah pesisir Kota Semarang, Jawa Tengah merupakan area yang melimpah akan hasil perikanan. Produk perikanan merupakan salah satu bahan makanan yang mengandung besi dan seng, namun demikian konsumsi bahan pangan yang mengandung tinggi serat mungkin lebih tinggi karena lebih terjangkau dari sisi ekonomi (Herman 2009). Kami menduga bahwa anak-anak usia sekolah di pesisir merupakan salah satu kelompok dengan risiko ketidakcukupan asupan seng. Studi ini bertujuan untuk mendeskripsikan asupan seng serta kadar serum seng pada anak usia 9-12 tahun di pesisir dan mengetahui perbedaan kadar serum seng menurut asupan seng dan status indeks tinggi badan menurut umur pada anak usia 9-12 tahun di pesisir.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Penelitian ini merupakan studi observasional dengan desain *cross sectional*. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir utara Kota Semarang (kawasan Tambaklorok, Kelurahan Bandarharjo) pada bulan Juli-Agustus 2015.

Jumlah dan cara pengambilan subjek

Sebanyak 70 subjek dipilih melalui acak sederhana. Kriteria inklusi subjek yaitu berusia 9-12 tahun dan merupakan penduduk asli di wilayah sekitar sekolah dasar di pesisir utara Kota Semarang. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu mengalami sakit kronis, sedang dalam masa pengobatan diare dan kecacingan selama penelitian, dan menderita sakit saat pengambilan darah. Subjek mengisi kesediaan menjadi subjek penelitian dan persetujuan dari orangtua dengan menandatangani *informed consent*. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan nomor register 498/EC/FK-RSDK/2015.

Jenis dan cara pengumpulan data

Berat badan diukur dengan menggunakan timbangan digital terstandar dengan ketelitian 0,1 kg. Tinggi badan diukur dengan menggunakan stadiometer statis dengan ketelitian 0,1 cm. Setiap indikator dilakukan pengukuran 2 kali dan

dirata-rata. Pengukur dalam penelitian ini telah dilakukan standarisasi (didapatkan *Technical Error Measurement/TEM*) = 0.053; standar WHO $TEM < 0,7$). Status *stunting* pada populasi penelitian ini ditentukan dengan mengategorikan z-skor tinggi badan menurut umur merujuk pada kriteria WHO 2006 untuk anak usia sekolah, z-skor TB/U dapat dikategorikan menjadi normal $2SD < z\text{-skor TB/U} < -2SD$; pendek jika $-2SD < z\text{-skor TB/U} < -3SD$; sangat pendek jika $z\text{-skor TB/U} < -3SD$.

Pewawancara asupan diet merupakan enumerator terdidik dan terlatih. Asupan zat besi dan seng didapatkan melalui wawancara asupan dengan metode wawancara kuesioner semi-kuantitatif *food frequency* untuk memperkirakan "*usual intake*" asupan besi dan seng. Wawancara asupan dilakukan dengan menggunakan media bantu *food model* dan tabel konversi URT (Ukuran Rumah Tangga). Makanan dan minuman yang diobservasi, dikonversi dari satuan URT menjadi satuan gram menggunakan Tabel Komposisi Bahan Makanan Indonesia. Analisis data asupan makan menggunakan *software* Nutrisurvey 2005 yang telah dimodifikasi dengan pengayaan bahan makanan Indonesia berdasarkan Tabel Komposisi Bahan Makanan Indonesia. Pada studi ini juga dilakukan observasi pada makanan kemasan yang dikonsumsi oleh subjek.

Perkiraan prevalensi risiko ketidakcukupan seng dihitung dengan merujuk pada *cut off poin Estimated Average Requirement (EAR)* yaitu 5 mg per hari yang dikeluarkan oleh *International Zinc Consultative Group (IZiNCG)*. Estimasi rata-rata kebutuhan protein pada anak sekolah merujuk pada IOM. Aktivitas fisik diukur dengan kuesioner *Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C)* (Kowalski *et al.* 2004). Nilai level aktivitas fisik pada partisipan penelitian ini secara umum dalam kategori *moderate* dengan rata-rata durasi aktivitas fisik ≥ 45 menit per hari karena berada pada wilayah populasi berkarakteristik relatif homogen.

Sampel darah diambil pada pagi hari dalam kondisi tidak puasa melalui *venipuncture*. Pengambilan sampel darah dilakukan di ruangan yang sejuk dan minimal cahaya matahari dengan posisi duduk relaks oleh pengambil darah terdidik dan terlatih. Darah sebanyak 3 cc diambil dengan syringe (Terumo, Japan), dimasukkan ke dalam *trace element-vacutainer* dan disimpan dalam pendingin. Setelah pengambilan darah selesai, sampel darah segera dibawa ke laboratorium untuk dianalisis pada hari yang sama.

Sebanyak 3 cc darah dalam *trace element vacutainer* disentrifugasi untuk mendapatkan 1,5 cc serum darah. Sebanyak 1 cc serum darah dipreparasi untuk analisis kadar seng serum. Pembacaan kadar seng serum hasil preparasi dengan metode *Atomic Absorbance Spectrophotometry/AAS* dengan panjang gelombang 213,9 nm (Shimadzu AA6401F, Japan).

Pengolahan dan analisis data

Analisis statistik dilakukan menggunakan *software* SPSS 21 (SPSS Inc.). Semua variabel diuji normalitas data dengan Kolmogorov Smirnov. Kadar serum seng dinormalkan dengan transformasi logaritma (Log10), dan kadar hemoglobin disajikan dalam rata-rata dan simpang baku (SB). Data asupan gizi besi dan seng disajikan dalam median menurut EAR dan jangkauan interkuartil karena distribusi data asupan zat gizi tidak normal. Perbandingan kadar seng serum menurut asupan gizi besi dan seng diuji dengan Anova dan disajikan dalam grafik *boxplot*. Perbandingan kadar seng serum menurut kategori z-skor indeks tinggi badan menurut umur diuji dengan Anova dan disajikan dalam grafik *boxplot*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik subjek

Sekolah tempat penelitian dilakukan berjarak hanya 1 km dari tepi pantai Laut Jawa di kawasan pesisir dan dekat dengan tempat pelelangan ikan. Subjek merupakan penduduk asli di pesisir tersebut. Lingkungan di daerah ini terbilang kurang bersih karena banyak dijumpai tumpukan sampah, genangan air, dan terkadang tercium bau yang tidak sedap. Tidak jauh dari lokasi penelitian, merupakan kawasan industri pelabuhan Tanjung Mas Semarang.

Subjek pada penelitian ini berusia 9-12 tahun dengan rata-rata 10,44 (1,40) tahun. Seluruh subjek (N=70) menyelesaikan studi ini dan 52,9% subjek berjenis kelamin laki-laki. Berdasarkan status indeks tinggi badan menurut umur, rata-rata subjek berada dalam kategori pendek dengan median -2,11 (-0,92 hingga -4,02). Pada studi ini diketahui 50% subjek anak sekolah usia 9-12 tahun dalam kategori status TB/U pendek ($< -2SD$) dan sebanyak 10% total subjek dalam kategori sangat pendek ($< -3SD$). Sebagian besar anak pada kategori pendek dan sangat pendek berjenis kelamin perempuan (34,3%). Hasil penelitian ini menunjukkan angka prevalensi pendek yang lebih tinggi dibanding studi di pesisir Maroko

(22,8%) (Hioui *et al.* 2011) dan kawasan pesisir di India Selatan (Abraham *et al.* 2015).

Asupan seng

Asupan seng subjek penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Rata-rata asupan seng 4,51 mg/hari (berkisar antara 2,40 hingga 7,80 mg/hari). Sebanyak 70% anak pada penelitian ini dalam kategori “berisiko asupan seng tidak adekuat”. Tidak didapatkan data subjek dalam penelitian ini mengonsumsi suplemen seng dalam konsumsi sehari-hari. Prevalensi risiko asupan seng tidak adekuat pada penelitian ini sangat tinggi. Risiko ketidakcukupan asupan besi dan seng lebih dari 25% merupakan masalah kesehatan masyarakat di suatu populasi (Wessells & Brown 2012). Daerah pesisir yang seharusnya konsumsi produk perikanan baik, seharusnya memiliki potensi yang kecil mengalami risiko ketidakcukupan asupan mineral yang esensial khususnya seng.

Tingginya prevalensi ketidakcukupan asupan seng pada penelitian ini diduga disebabkan karena asupan bahan makanan sumber seng yang rendah. Rendahnya asupan seng dapat dilihat dari median asupan seng dibawah EAR menurut jenis kelamin dan usia 9-12 tahun dengan pola konsumsi campuran (bahan pangan sumber besi dan seng, nabati dan sereal). Bahan pangan sereal, nabati dan sayuran yang dikonsumsi mengandung fitat. Fitat diketahui sebagai inhibitor absorpsi seng di saluran pencernaan (Sandstead & Freeland-Graves 2014). Studi yang dilakukan Ferguson *et al.* (1993) di Malawi, menunjukkan sebanyak 83% anak memiliki kandungan seng rambut yang rendah (<1,68 mmol/g) dan sebanyak 72% anak di Malawi mengonsumsi makanan sumber fitat lebih banyak dari sumber seng (Rasio molar Ft/Zn ≥15). Pada studi ini, kandungan molar fitat tidak dapat kami perhitungkan karena keterbatasan *software* analisis bahan makanan yang ada tidak cukup

lengkap menampilkan kandungan fitat dari suatu bahan makanan. Kelemahan dalam studi ini yaitu tidak dihitungnya rasio molar asupan fitat terhadap molar asupan seng sebagai salah satu parameter bioavailabilitas seng. Namun demikian, berdasarkan catatan hasil kajian konsumsi makanan subjek didapatkan konsumsi bahan makanan golongan kacang-kacangan (seperti tempe, tahu, kacang panjang, buncis, dan kacang tanah) dan golongan sayuran (seperti bayam, kol, kangkung, daun keningkir, dan nangka muda) dominan dikonsumsi oleh subjek penelitian ini.

Median asupan seng pada populasi penelitian ini yaitu 4,2 mg per hari. Guna mengetahui gambaran lebih detail mengenai asupan seng pada populasi penelitian ini, asupan seng dikategorikan berdasarkan kuintil (Tabel 1). Pada Tabel 1 tampak bahwa kuintil pertama (Q1) hingga kuintil ke 4 (Q4) menunjukkan sebanyak 80% subjek penelitian ini mengonsumsi seng dibawah EAR untuk asupan seng sebanyak 5 mg per hari.

Studi yang dilakukan di wilayah rural Cina, menunjukkan konsumsi makanan sumber nabati yang lebih tinggi mencapai 96,7% dibanding sumber hewani yang kaya akan seng dan heme hanya 3,3% (Ma *et al.* 2005). Pada studi ini diduga rendahnya asupan seng mungkin diiringi tingginya asupan fitat sehingga berakibat tingginya rasio asupan fitat terhadap asupan seng. Fitat merupakan inhibitor utama dalam asupan seng yang dapat menurunkan bioavailabilitas seng (Sandstead & Freeland-Graves 2014). Apabila dibandingkan dengan hasil studi oleh Ma *et al.* (2005), diduga rendahnya asupan seng juga mungkin diikuti rendahnya asupan mineral esensial yang lain seperti besi (Cole *et al.* 2010). Pada penelitian yang dilakukan Gibson *et al.* (2003) di Malawi, diketahui bahwa anak yang tinggi rasio molar asupan Pt/Zn (rata-rata 16) memiliki rasio molar asupan fitat/besi yang tinggi pula (rata-rata 11).

Tabel 1. Asupan seng pada anak usia 9-12 tahun di pesisir

Asupan	Nilai tiap kuintil (mg)	N (%)	Median (IQR) ^a
Asupan seng (mg/hari)			4,20 (2,40-7,80)
Kuintil 1 (Q1)	< 3,5	14 (20)	
Kuintil 2 (Q2)	3,5 – 4,0	14 (20)	
Kuintil 3 (Q3)	4,0 – 4,4	14 (20)	
Kuintil 4 (Q4)	4,4 – 5,3	14 (20)	
Kuintil 5 (Q5)	> 5,3	14 (20)	
“Berisiko asupan seng tidak adekuat” ^b		49 (70)	

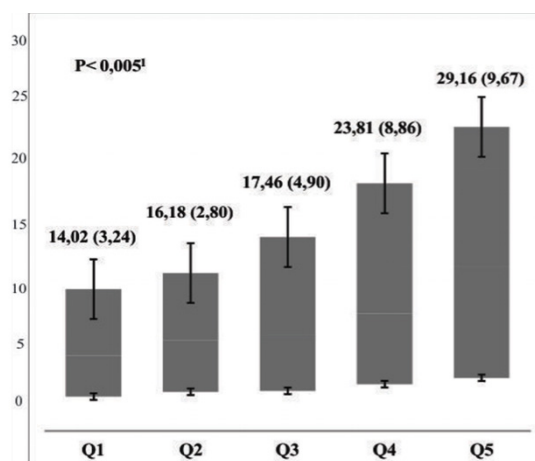
^aNilai median dan jangkauan interkuartil (*Interquartile range*)

^bPerbandingan kelompok anak sekolah yang mengonsumsi seng (mg/hari) kurang dari EAR (<5 mg/hari untuk anak laki-laki dan perempuan).

Kadar serum seng menurut kuintil asupan seng

Pada penelitian ini diperoleh secara keseluruhan, kadar serum seng berada pada median (jangkauan interkuartil) 17,86 (10,25-41,39) $\mu\text{g}/\text{dl}$. Secara keseluruhan rata-rata asupan seng pada penelitian ini masih di bawah *cut off* kriteria risiko ketidakcukupan asupan seng oleh IZiNCG (2007) untuk negara berkembang dan komposisi diet dalam makanan diasumsikan asupan seng berasal dari campuran sumber seng hewani dan serealai yaitu 5 mg/hari. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa IQR antara 2,4 mg/hari hingga 7,8 mg/hari, sehingga dalam penelitian ini asupan seng dikategorikan berdasarkan kuintil dengan $N=14$ setiap kuintil (Q1-Q5). Gambar 1 menunjukkan secara keseluruhan ada perbedaan bermakna kadar serum seng menurut kuintil ($p<0,005$).

Kadar serum seng pada penelitian ini jika dibandingkan dengan *cut off* kadar serum seng IZiNCG (2007), seluruh subjek ($N=70$) memiliki kadar serum seng $<65 \mu\text{g}/\text{dl}$. Hasil studi ini konsisten dengan studi yang dilakukan di Nigeria se-



Gambar 1. Perbedaan kadar serum seng ($\mu\text{g}/\text{dl}$) menurut kuintil asupan seng (mg/hari)²

¹ Uji Anova transformasi (LOG10) kadar seng serum menurut kategori asupan seng (Q1-Q5) $p<0,005$. Uji lanjut Tukey menunjukkan tidak ada perbedaan rata-rata kadar serum seng Q1 vs Q2 vs Q3 dan Q4 vs Q5 ($p>0,05$). Perbedaan bermakna rata-rata kadar serum seng ada pada kelompok Q1 vs Q4 dan Q5; Q2 vs Q4 dan Q5; Q3 vs Q5 ($p<0,05$).

² *Quintile* asupan seng terbagi menjadi asupan seng $<3,5$ mg/hari (Q1); asupan seng 3,5-4,0 mg/hari (Q2); asupan seng 4,0-4,4 mg/hari (Q3); asupan seng 4,4-5,3 mg/hari (Q4) dan asupan seng $>5,3$ mg/hari (Q5).

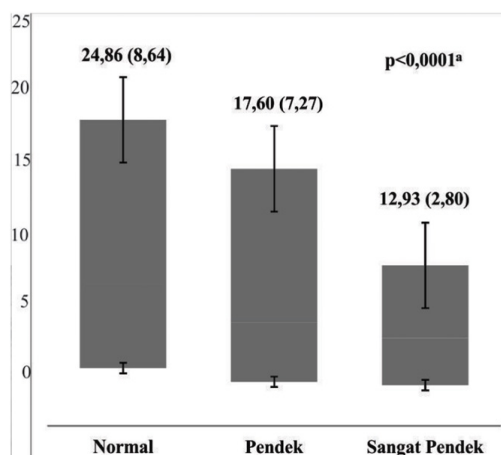
banyak 99% anak sekolah ($N=360$) memiliki rata-rata kadar serum seng $22,4\pm 10,8 \mu\text{g}/\text{dl}$ (Abah *et al.* 2015). Studi di Thailand terhadap 567 anak sekolah, menunjukkan hal serupa yaitu sebanyak 57% juga memiliki kadar serum seng yang rendah (Thurlow *et al.* 2006).

Asupan makanan sumber seng yang rendah dan mungkin juga bioavailabilitas yang rendah dapat menjadi penyebab utama terhadap rendahnya kadar serum seng pada anak sekolah di pesisir Kota Semarang. Kemungkinan itu didukung dengan hasil dalam Tabel 1 dimana asupan seng dari makanan rendah yaitu 4,20 mg/hari (IQR 2,4-7,8 mg/hari) dan konsisten dengan studi sebelumnya 4,5 mg/hari (IQR 3,5-5,4 mg/hari) di North East Thai (Thurlow *et al.* 2006). Rasio molar fitat:seng yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya penyerapan seng di dalam tubuh (Gibson 2008).

Kadar serum seng menurut status TB/U

Pada penelitian ini diketahui proporsi anak dengan status indeks TB/U normal sebanyak 42,9%, pendek 47,1% dan sangat pendek 10,0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi anak pendek yang lebih tinggi daripada prevalensi di Jawa Tengah (47,1% vs 28,0%) (Kemenkes 2013). Prevalensi defisiensi serum seng lebih tinggi pada anak yang *stunting* daripada anak yang tidak *stunting* (Engle-Stone *et al.* 2012). Penelitian lain di Thailand menunjukkan bahwa 57% anak usia 6-12 tahun memiliki kadar serum seng yang rendah, sebesar 53,3% pada usia 6-7 tahun dan sebesar 63,3% pada usia 8-9 tahun serta pada usia 10-12 tahun (Gibson *et al.* 2007). Percobaan menggunakan hewan dan manusia menunjukkan bahwa gangguan pertumbuhan merupakan tahap awal dan bersifat reversibel bahkan pada kondisi kekurangan seng tingkat ringan (Fesharakinia *et al.* 2009).

Gambar 2 menunjukkan rata-rata (SB) serum seng menurut status indeks TB/U. Berdasarkan ilustrasi tampak bahwa pada anak yang normal memiliki kadar serum seng yang lebih tinggi dibandingkan yang status indeks TB/U pendek dan sangat pendek. Berdasarkan uji Anova didapatkan perbedaan yang sangat bermakna rata-rata kadar serum seng pada anak normal vs pendek vs sangat pendek ($p<0,001$). Setelah dilakukan uji lanjut LSD diperoleh rata-rata kadar serum seng berbeda bermakna pada kelompok normal vs pendek dan sangat pendek ($p<0,01$),



Gambar 2. Perbedaan kadar serum seng ($\mu\text{g}/\text{dl}$) menurut status indeks TB/U^b

^a Uji Anova transformasi (LOG10) kadar serum seng menurut status indeks TB/U $p < 0,001$. Uji lanjut LSD menunjukkan tidak ada perbedaan rata-rata kadar serum seng antara anak pendek dan sangat pendek ($p = 0,053$), namun ada perbedaan bermakna rata-rata kadar seng serum antara anak pendek dan sangat pendek vs normal ($p < 0,001$).

^b Indeks TB/U dikategorikan menurut WHO (2006) didapatkan proporsi anak normal 42,9%, pendek 47,1%, dan sangat pendek 10%.

namun tidak didapatkan perbedaan bermakna rata-rata kadar serum seng pada anak pendek vs sangat pendek ($p > 0,05$). Status defisiensi seng yang diukur dengan menggunakan kadar serum seng dapat dikaitkan dengan status pertumbuhan (Gibson *et al.* 2008).

Seng berperan pada banyak proses seluler sebagai kofaktor dari berbagai enzim dan berpengaruh terhadap ekspresi gen melalui faktor transkripsi. Seng secara umum berperan dalam pertumbuhan dengan berperan terhadap sintesis hormon pertumbuhan, sintesis DNA, dan RNA (Lee *et al.* 2013). Hormon pertumbuhan yang berperan dalam pertumbuhan adalah *Insulin Like Growth Factor-1* (IGF-1). *Insulin Like Growth Factor* memiliki fungsi untuk meningkatkan pertumbuhan sel (Maggio *et al.* 2013). Seng berperan pada hormon pertumbuhan dalam sintesis, sekresi, dan produksi IGF-1 di hati. Seng juga terlibat dalam aktivasi IGF-1 di kartilago tulang. Defisiensi seng erat kaitannya dengan berkurangnya sintesis dan aktivitas IGF-1 (Salguero *et al.* 2002).

Gangguan pertumbuhan dapat terjadi mulai sejak masa kehamilan. Depleksi seng tingkat

ringan pada masa kehamilan sangat erat kaitannya dengan gangguan pertumbuhan janin (Christian dan Stewart, 2010). Penelitian kohort di Nepal menunjukkan bahwa pemberian suplementasi beberapa zat gizi mikro selama kehamilan (salah satunya adalah seng) menghasilkan peningkatan pada tinggi badan dan mengurangi lemak tubuh yang diukur dengan masa otot tanpa lemak pada anak usia 6-8 tahun (Stewart *et al.* 2009). Hasil studi ini menjadikan pertumbuhan pada anak usia sekolah perlu perhatian khusus sejak dini karena erat kaitannya dengan perkembangan kecerdasan dan produktivitas ketika dewasa (Black 2003).

KESIMPULAN

Prevalensi risiko ketidakcukupan asupan seng pada penelitian ini mencapai 70%. Kadar serum seng pada populasi penelitian ini seluruhnya $< 65 \mu\text{g}/\text{dl}$. Kadar serum seng berbeda bermakna pada berbagai tingkat asupan seng ($p < 0,005$) dan berbeda bermakna menurut status indeks TB/U ($p < 0,001$). Pada kelompok dalam kategori asupan di atas 5 mg/hari mempunyai rata-rata kadar serum seng lebih tinggi dibandingkan yang asupannya dibawah 5 mg/hari. Pada anak yang indeks TB/U normal memiliki rata-rata kadar serum seng lebih tinggi dibanding anak pendek dan sangat pendek. Pada penelitian ini tidak diukur rasio molar asupan fitat terhadap rasio molar asupan seng, sehingga hal ini menjadi keterbatasan penelitian ini. Rasio molar fitat terhadap molar seng dapat menggambarkan rendahnya bioavailabilitas seng seseorang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Riset Pengembangan dan Penerapan 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Abah RO, Okolo SN, John C, Ochoga MO. 2015. Prevalence of zinc deficiency among school children in a Rural Setting in North-Central Nigeria. *Int J Pub Health Res* 3(5):214-217.
- Abraham SB, Chauhan RC, Rajesh M, Purty AJ, Singh Z. 2015. Nutritional status and various morbidities among school children of a coastal area in South India. *Int J Res*

- Med Sci 3(3):718-722. doi: 10.5455/2320-6012.ijrms20150337.
- Amare B, Moges B, Fantahun B, Tafess K, Woldeyohannes D, Yismaw G, Ayane T, Yabutani T, Mulu A, Ota F, Kassu A. 2012. Micronutrient levels and nutritional status of school children living in Northwest Ethiopia. *Nutr J* 11:108-115. doi:10.1186/1475-2891-11-108.
- Alloway BJ. 2008. Zinc in soils and crop nutrition. Brussels, Belgium: International Zinc Association.
- Black MM. 2003. The evidence linking zinc deficiency with children's cognitive and motor functioning. *J Nutr* 133(Suppl 5):1473S-1476S.
- Brown KH, Rivera JA, Bhutta Z, Gibson RS, King JC, Lonnerdal B, Ruel MT, Sandtrom B, Wasantwisut E, Hotz C. IZiNCG. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutr Bull* 25:S94-S203.
- Christian P, Stewart CP. 2010. Maternal micronutrient deficiency, fetal development, and the risk of chronic disease. *J Nutr* 140(3):437-442. doi: 10.3945/jn.109.116327.
- Cole CR, Grant FK, Swaby-Ellis ED, Smith JL, Jacques A, Northrop-Clewes CA, Caldwell KL, Pfeiffer CM, Ziegler TR. 2010. Zinc and iron deficiency and their interrelations in low-income African American and Hispanic children in Atlanta. *Am J Clin Nutr* 91:1027-1034. doi: 10.3945/ajcn.2009.28089.
- El Hioui M, Azzaoui FZ, Ahami AOT, Abou-saleh Y. 2011. Nutritional Status and School Achievements in a Rural Area of Anti-Atlas, Morocco. *Food and Nutrition Sciences* 2:878-883. doi:10.4236/fns.2011.28119.
- Engle-Stone R, Ndjebayi AO, Nankap M, Killilea DW, Brown KH. 2012. Stunting prevalence, plasma zinc concentrations, and dietary zinc intakes in a nationally representative sample suggest a high risk of zinc deficiency among women and young children in Cameroon. *J Nutr* 144:382-39. doi:10.3945/jn.113.188383.
- Fesharakinia A, Zarban A, Gholam-Reza S. 2009. Prevalence of zinc deficiency in elementary school children of South Khorasan Province (East Iran). *Iran J Pediatr* 19(3):249-254.
- Ferguson E, Gibson RS, Opare-Obisaw C, Ounpuu S, Thompson LU, Lehrfeld J. 1993. The zinc nutriture of preschool children living in two African countries. *J Nutr* 123: 1487-1496.
- Gibson RS, Yeudall F, Drost N, Mtitimuni BM, Cullinan TR. 2003. Experiences of a community-based dietary intervention to enhance micronutrient adequacy of diets low in animal source foods and high in phytate: a case study in rural Malawian children. *J Nutr* 133(11):3992S-3999S.
- Gibson RS. 2005. Principles of Nutritional Assessment. 2nd Ed. United States: Oxford University Press, Oxford.
- Gibson RS, Manger MS, Krittaphol W, Pongcharoen T, Gowachirapant S, Bailey KB, Winichagoon P. 2007. Does zinc deficiency play a role in stunting among primary school children in NE Thailand?. *Br J Nutr* 97(01):167-175. doi: http://dx.doi.org/10.1017/S0007114507250445.
- Gibson RS. 2007. The role of diet-and host-related factors in nutrient bioavailability and thus in nutrient-based dietary requirement estimates. *Food Nutr Bull* 28:S77-S100.
- Gibson RS, Hess SY, Hotz C, Brown KH. 2008. Indicators of zinc status at the population level: a review of the evidence. *Br J Nutr* 99 (Suppl.3):14-23. doi: 10.1017/S0007114508006818.
- Gropper SS, Smith JL, Groff JL. 2009. Advanced Nutrition And Human Metabolism. 5th ed. Wadsworth (USA): 488-497.
- Herman S. 2009. Review on The problem of zinc deficiency program prevention and its prospect. *Media Penelit. dan Pengembang. Kesehatan* 19 (Suppl.2):S75-S83.
- Hunt JR. 2004. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 78: 633S-639S.
- [IOM] Institute of Medicine. 2004. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington DC: National Academy Press.
- IZiNCG. 2007. Assessing population zinc status with serum zinc concentration. IZiNCG Technical Brief.
- Osredkar J, Sustar N. 2011. Copper and zinc, biological role and significance of copper/zinc imbalance. *J Clin Toxicol Suppl* 3: 1 – 18. doi: 10.4172/2161-0495.S3-001.
- [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2013. Riset Kesehatan Dasar.

- Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Kowalski KC, Crocker PRE, Donen RM. 2004. The Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) and Adolescent (PAQ-A) Manual. [serial online] 2004 [cited 2013 March 24]; 5-7p.
- Lee YJ, Lee CY, Grzechnik A, Gonzales-Zubiate F, Vashisht AA, Lee A, Wohlschlege J, Chanfreau GF. 2013. RNA polymerase I stability couples cellular growth to metal availability. *Molecular cell* 51(1):105-115. doi:10.1016/j.molcel.2013.05.005.
- Ma G, Jin Y, Piao J, Kok F, Guusje B, Jacobsen E. 2005. Phytate, calcium, iron, and zinc contents and their molar ratios in foods commonly consumed in China. *J Agric Food Chem* 53(26):10285-10290. doi: 10.1021/jf052051r
- MacDonald RS. 2000. The role of zinc in growth and cell proliferation. *J Nutr* 130(5):1500S-1508S.
- Maggio M, De Vita F, Lauretani F, Butto V, Bondi G, Cattabiani C, Nouvenne A, Meschi T, Dall'Aglio E, Ceda GP. 2013. IGF-1, the cross road of the nutritional, inflammatory and hormonal pathways to frailty. *Nutrients* 5(10):4184-4205. doi:10.3390/nu5104184.
- Nutrisurvey. 2005. Nutrisurvey versi Indonesia 2005. Download dari <http://www.nutrisurvey.de/>
- Qin Y, Melse-Boonstra A, Zhao J, Wu M, Hu X, Kok FJ. 2009. Stunting and zinc deficiency among primary school children in rural areas with low soil zinc concentrations in Jiangsu Province, China. *Asia Pacific J Clin Nutr* 18(1):15-21.
- Salguero MJ, Marcela BS, Zubilaga, Lysionek AE, Caro AR, Weill R, Boccio JR. 2002. The role of zinc in growth and development children. *Nutrition* 18(6):510-519. doi:10.1016/S0899-9007(01)00812-7.
- Sandstead HH, Freeland-Graves JH. 2014. Dietary phytate, zinc, and hidden zinc deficiency. *J Trace Elem Med Biol* 28:414-417. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.08.011.
- Santos-Echeandía J, Caetano M, Brito P, Canario J, Vale C. 2012. The relevance of defining trace metal baselines in coastal waters at a regional scale: the case of the Portuguese coast (SW Europe). *Mar Environ Res* 79: 86-99. doi: 10.1016/j.marenvres.2012.05.010.
- Stewart CP, Christian P, LeClerq SC, West Jr KP, Khatri SK. 2009. Antenatal supplementation with folic acid + iron + zinc improves linear growth and reduces peripheral adiposity in school-age children in Rural Nepal. *Am J Clin Nutr* 90(1):132-40. doi: 10.3945/ajcn.2008.27368.
- Stipanuk MH. 2006. Biochemical, Physiological and Molecular Aspects of Human Nutrition. W B Saunders Company 1043-1067.
- Thurlow RA, Winichagoon P, Pongcharoen T, Gowachirapant S, Boonpradern A, Manger MS, Balley KB, Wasantwisut E, Gibson RS. 2006. Risk of zinc, iodine and other micronutrient deficiencies among school children in North East Thailand. *Eur J Clin Nutr* 60(5):623-632. doi:10.1038/sj.ejcn.1602361.
- Wessells KR, Brown KH. 2012. Estimating the global prevalence of zinc deficiency: results based on zinc availability in national food supplies and the prevalence of stunting. *PLoS ONE* 7(11):1-11. doi: 10.1371/journal.pone.0050568.
- WHO. 2006. WHO Anthro 2005 for Personal Computers.