

REVISI

**HUBUNGAN RASIO MOLAR FITAT:SENG DENGAN KADAR
SENG SERUM PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR DI
PESISIR KOTA SEMARANG**

Proposal Penelitian

disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
studi pada Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro



disusun oleh
ULIL ALBAB
22030113140079

**PROGRAM STUDI S1 ILMU GIZI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2017**

HALAMAN PENGESAHAN


Proposal penelitian dengan judul “Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng dengan Kadar Seng Serum pada Anak Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang” telah dipertahankan di hadapan reviewer dan telah direvisi.

Mahasiswa yang mengajukan

Nama : Ulil Albab
NIM : 22030113140079
Fakultas : Kedokteran
Program Studi : Ilmu Gizi
Judul Proposal : Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng
dengan Kadar Seng Serum pada Anak Usia Sekolah Dasar
di Pesisir Kota Semarang

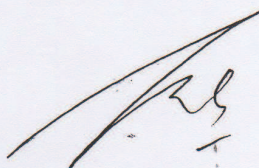
Semarang 14 Desember 2016

Pembimbing I,



dr. Aryu Candra, M.Kes.Epid
NIP. 197809182008012011

Pembimbing II,



Ninik Rustanti, STP, M.Si
NIP. 197806252010122002

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan.....	3
1. Tujuan Umum.....	3
2. Tujuan Khusus.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Telaah Pustaka.....	5
1. Seng.....	5
2. Rasio Molar Fitat terhadap Seng.....	13
3. Seng Serum.....	14
B. Kerangka Teori.....	16
C. Kerangka Konsep.....	17
D. Hipotesis.....	17
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Ruang Lingkup Penelitian.....	18
B. Rancangan Penelitian.....	18
C. Subjek Penelitian.....	18
D. Variabel Penelitian.....	20
E. Definisi Operasional.....	21
F. Prosedur Penelitian.....	21
G. Alur Kerja.....	24

H. Pengumpulan Data.....	24
I. Analisis Data	25
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Bahan Pangan Sumber Seng.....	6
Tabel 2. Definisi Operasional	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Teori.....	16
Gambar 2. Kerangka Konsep	17
Gambar 3. Alur Kerja.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Informed Consent</i>	32
Lampiran 2. Kuesioner Data Umum Responden	34
Lampiran 3. Formulir <i>3x24 Hour Food Recall</i>	35
Lampiran 4. Formulir <i>Food Record</i>	36
Lampiran 5. Pemeriksaan Kadar Seng (Zn) dengan AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)	37

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Anak usia sekolah dasar merupakan kelompok yang rentan terhadap kekurangan zat gizi mikro, salah satunya adalah seng. Zat gizi mikro ini berperan dalam kekebalan tubuh dimana berperan penting dalam pencegahan infeksi oleh berbagai jenis bakteri patogen¹. Selain itu juga penting dalam pembelahan dan pematangan sel, serta pertumbuhan. Seng juga bermanfaat dalam perkembangan otak yaitu untuk perkembangan saraf dan fungsi sistem saraf pusat². Berdasarkan penelitian, kekurangan seng pada saat anak-anak dapat menyebabkan stunting (pendek)³.

International Conference of Zinc and Human Health memperkirakan 49% populasi dunia mempunyai risiko terjadinya defisiensi seng⁴. Wilayah yang memiliki risiko terbesar mengalami defisiensi seng adalah Afrika, Asia Selatan, dan Asia Tenggara⁵. Sebuah penelitian di Iran tahun 2009 mengungkapkan bahwa 28,1% anak usia 9-11 tahun mengalami defisiensi seng⁶. Berdasarkan data dari Departemen Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2006 tentang studi gizi mikro di 10 Propinsi, menemukan prevalensi rata-rata anak-anak kurang seng sebesar 36,1%⁴. Prevalensi stunting pada anak usia sekolah dasar (usia 5-12 tahun) adalah 30,7 % dan di Jawa Tengah sebesar 28%.⁷

Asupan fitat pada laki-laki di pesisir Semarang sejumlah 1073,44 mg dan pada perempuan sejumlah 986,43 mg⁸. Data ini menunjukkan bahwa daerah pesisir selain mengonsumsi hasil perikanan dan jenis laut lainnya, juga mengonsumsi pangan nabati seperti kacang-kacangan, sereal, dan sayur-sayuran. Pangan nabati tersebut juga memiliki kandungan fitat didalamnya sehingga meningkatkan risiko terjadinya defisiensi seng.

Status seng di dalam tubuh dapat ditentukan dengan beberapa pengukuran yaitu, pengukuran konsentrasi seng serum, konsentrasi seng eritrosit, leukosit, netrofil, dan konsentrasi seng pada rambut. Namun, diantara kelima pengukuran tersebut, konsentrasi seng serum adalah yang paling sering digunakan^{9,10}.

Konsentrasi seng serum dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu dari faktor stres¹¹, asupan⁹, suplementasi¹², dan status gizi¹³. Faktor yang paling berpengaruh adalah asupan dimana terdapat zat yang dapat meningkatkan dan menghambat kadar seng serum atau absorpsi seng.

Zat gizi yang dapat meningkatkan absorpsi adalah protein⁹ dan vitamin C¹⁴. Protein, apabila terdapat peningkatan jumlah asupan pada zat gizi ini maka dapat meningkatkan jumlah persen dari absorpsi seng⁹. Vitamin C, bersama dengan seng dalam mendukung fungsi imunitas, agar pertahanan tubuh lebih baik¹⁴.

Selanjutnya zat yang dapat menghambat absorpsi seng adalah fitat, tembaga, kalsium, besi, oksalat, dan polifenol. Fitat merupakan penghambat mineral yang kuat, termasuk seng, karena fitat tidak dapat diabsorpsi pada pencernaan manusia, mineral yang terikat pada fitat akan melewati usus tanpa diserap⁹ dan fitat adalah yang paling berpengaruh terhadap absorpsi seng.¹⁵ Jumlah seng di dalam tubuh ketika berada pada kondisi rendah maka tembaga dapat menghambat absorpsi seng¹⁶. Kalsium, zat ini dapat menghambat seng apabila berada bersamaan dengan fitat¹⁶.

Seng terdapat pada bahan pangan hewani seperti daging ayam, sapi, babi, ikan, seafood, dan telur. Selain itu, juga terdapat pada bahan pangan nabati seperti kacang-kacangan, biji-bijian, dan sereal. Kandungan seng lebih banyak terdapat pada makanan hewani.¹⁶ Masyarakat Indonesia lebih banyak mengonsumsi makanan nabati dibandingkan makanan hewani, berdasarkan Direktori Pengembangan Konsumsi Pangan yang diterbitkan oleh Badan Ketahanan Pangan bahwa kecukupan protein sebesar 52 gram/kapita/hari.¹⁷ Pemenuhan ini dicukupi minimal 20% dari protein hewani dan 80% dari protein nabati. Konsumsi protein hewani pada tahun 2011 berada pada rentang 20-30%.¹⁸ Protein nabati terpenuhi sebagian besar oleh beras, dimana konsumen protein dari beras lebih dari 50%. Melihat data ini maka asupan seng biasanya terpenuhi dari makanan nabati.¹⁹ Namun, makanan nabati yang memiliki kandungan seng ini juga memiliki kandungan fitat yang tinggi yang akan mengganggu absorpsi dari seng. Selain itu, seng merupakan mineral esensial yang paling memberikan efek oleh fitat

dibandingkan mineral-mineral lainnya seperti tembaga, nitrat, kobalt, mangan, dan kalsium¹⁶.

Efek penghambatan fitat pada absorpsi seng membutuhkan estimasi untuk mengetahui seberapa banyak fitat menghambat seng yaitu dengan rasio molar fitat:seng¹⁵. Rasio ini menggunakan molar karena fitat dan seng di dalam tubuh berperan sebagai zat terlarut di dalam larutan dan molar merupakan cara yang tepat untuk menyatakan komposisi larutan²⁰. Terdapat penelitian pada tikus, yang mengungkapkan bahwa rasio molar fitat:seng merupakan faktor utama dalam mempengaruhi bioavailabilitas dalam mengonsumsi sereal¹⁵. Penelitian tersebut dilakukan dengan pemberian sarapan sereal sebagai sumber asupan seng dengan rasio molar fitat:seng sekitar 2 sampai 43. Jika hasil perhitungan rasio molar seng >15 maka asupan fitat dikurangi dan asupan seng ditingkatkan karena pada kondisi ini fitat lebih dominan, tetapi apabila rasionya <15 maka dikatakan baik karena tidak memiliki pengaruh terhadap bioavailabilitas seng²¹. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk meneliti hubungan antara rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar di Pesisir Kota Semarang.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah yaitu bagaimana hubungan rasio molar fitat:seng dengan seng serum pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang?

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Menganalisis hubungan rasio molar fitat terhadap seng dengan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang

2. Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan asupan seng pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang
- b. Mendeskripsikan asupan fitat pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang

- c. Mendeskripsikan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang
- d. Mendeskripsikan rasio molar fitat terhadap seng pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang.
- e. Menganalisis hubungan rasio molar fitat terhadap seng dengan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang.

D. Manfaat

Sebagai alat diagnosa untuk memprediksi apa yang terjadi di serum pada anak usia sekolah dasar di pesisir kota Semarang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Seng

a. Sumber

Seng adalah zat gizi mikro yang berasal dari asam amino kompleks yaitu seperti pada makanan hewani dan nabati. Sumber hewani seperti daging sapi, ayam, ikan, babi, telur, seafood, produk susu. Diantara berbagai sumber ini, daging merah dan seafood adalah yang paling utama. Selain itu sumber yang berasal dari makanan nabati juga memiliki kandungan seng yang baik seperti biji-bijian dan kacang-kacangan. Selanjutnya yang berasal dari buah-buahan, sayuran, dan sereal memiliki kandungan seng yang rendah. Sumber hewani merupakan sumber yang lebih utama dibandingkan dengan sumber nabati, sumber hewani menyediakan 40-70% dari kebutuhan seng pada umumnya. Selain itu juga sumber nabati diserap dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber hewani²².

Selain sumbernya, perlu diperhatikan juga cara pengolahannya. Pengolahan yang salah dapat mempengaruhi absorpsi seng. Seperti pada pemasakan suhu tinggi yang dapat menyebabkan seng pada makanan tidak dapat dihidrolisis yang akhirnya tidak dapat diserap. Kemudian juga terdapat reaksi maillard yaitu membentuk kompleks antara asam amino dan karbohidrat yang dapat menghambat absorpsi seng²².

Tabel 1. Bahan Pangan Sumber Seng²²

Makanan/Kelompok Makanan	Seng (mg/100 g)
Seafood	
Tiram	17-91
Kepiting	3,8-4,3
Udang	1,1
Tuna	0,5-0,8
Daging dan unggas	
Hati	3,1-3,9
Ayam	1,0-2,0
Daging sapi	3,9-4,1
Daging sapi muda	3,1-3,2
Babi	1,6-2,1
Telur dan produk susu	
Telur	1,1
Susu	0,4
Keju	2,8-3,2
Kacang-kacangan (matang)	0,6-1,0
Gandum, beras, dan sereal	
Nasi dan pasta (matang)	0,3-0,6
Roti (gandum)	1,0
Roti	0,6-0,8
Sayur-sayuran	0,1-0,7
Buah-buahan	<0,1

b. Faktor yang dapat meningkatkan absorpsi seng

Beberapa zat endogen dari seng diduga berfungsi sebagai ligan untuk mengikat seng. Beberapa ligan ini termasuk ligan asam amino yaitu histidin, sistein, dan mungkin lisin dan glisin. Sekresi pankreas diduga mengandung konstituen tidak dikenal yang meningkatkan absorpsi seng. Selain itu, glutathione (tripeptide terdiri dari sistein, glutamat, dan glisin) atau produk dari pencernaan protein, seperti tripeptides, juga sebagai ligan. Ligan seperti asam amino membantu menjaga kelarutan seng dalam saluran pencernaan²².

1) Protein

Seng berkaitan erat dengan protein yaitu sebagai salah satu komponen asupan yang mempengaruhi kecepatan dan status dari seng. Pada hewan percobaan, ketika mengonsumsi protein cukup maka akan berpengaruh pada pertumbuhan. Namun, apabila mengonsumsi protein dalam jumlah sedikit (7,5%) selama empat minggu dan juga rendah mengonsumsi seng (1-3 mg/kg), maka tidak terdapat penambahan berat badan, dan terjadi ketidaknormalan dari tembaga, besi dan seng di hati.²³

Absorpsi seng yang rendah dapat terlihat dari rendahnya asupan protein karena hal ini berkaitan dengan rendahnya availabilitas dari pemecahan protein yang mendukung pengurangan seng dari lumen intestinal. Pada percobaan melalui tikus, jika asupan protein pada tikus tidak cukup, tikus tersebut sulit untuk mencapai kecukupan seng. Selanjutnya, terdapat perbedaan yang signifikan pada pertumbuhan tikus yang mengonsumsi putih telur yang rendah (15%) dan tinggi (30%) dengan absorpsi asupan seng.²³

Protein juga berperan sebagai karier pada proses absorpsi seng ke dalam enterosit bernama Zrt- dan Irt- like Protein (ZIP) yang menjadi transporter seng utama di sepanjang membran enterosit. Selain sebagai karier, penyusun protein yaitu asam amino, berperan sebagai ligan untuk seng yang membantu meningkatkan absorpsi seng dan mempertahankan solubilitas seng di saluran pencernaan. Asam amino yang berperan yaitu histidin, sistein, lisin dan glisin.²²

2) Vitamin C

Vitamin C (asam askorbat) dan seng adalah dua mikronutrien yang memainkan peran fungsional dalam makanan, sebagai pendukung kekebalan tubuh dan pemeliharaan kesehatan. Vitamin C adalah kofaktor untuk beberapa enzim yang terlibat dalam biosintesis kolagen, karnitin dan neurotransmitter.^{24,25} Zat gizi ini merupakan

antioksidan yang sangat efektif untuk melindungi protein, lipid, karbohidrat dan asam nukleat dari kerusakan radikal bebas yang dihasilkan selama metabolisme yang normal, serta melindungi paparan racun dan polutan.²⁴⁻²⁶ Dampak berat dari kekurangan vitamin C adalah *scurvy* yang dapat menyebabkan kelemahan pada struktur kolagen, yang dapat berlanjut seperti nyeri sendi, kelainan tulang dan jaringan ikat, proses penyembuhan luka yang lambat, dan imunitas rendah.²⁵

Seng memainkan peran sentral dalam diferensiasi sel dan proliferasi. Kekurangan seng menyebabkan retardasi pertumbuhan, perubahan kulit, respon imun, peningkatan kerentanan terhadap infeksi, tertunda penyembuhan luka, buruknya adaptasi pada cahaya, terhambatnya perkembangan seksual dan gangguan kesuburan²⁵⁻²⁸. Kekurangan seng merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting yang mempengaruhi dua miliar orang di seluruh dunia^{25,28}, termasuk di negara-negara Barat^{25,26}.

Mikronutrien diperlukan untuk memastikan fungsi kekebalan tubuh yang tepat, mikronutrien tersebut adalah vitamin C dan seng mempunyai peran sentral sebagai pelengkap komponen-komponen imunitas bawaan dan adaptif, seperti epitel pelindung, proliferasi sel, produksi antibodi.²⁵ Vitamin C sangat penting untuk respon imun, termasuk fungsi leukosit dan makrofag, motilitas neutrofil, dan fagositosis, serta aktivitas antimikrobia, sintesis interferon dan aktivitas antihistamin²⁶.

Seng diperlukan untuk fungsi optimal dari kedua imunitas bawaan dan imunitas adaptif, fungsi kekebalan tubuh terganggu karena status seng yang tidak memadai dapat menjadi penyebab paling umum dari kekurangan immuno sekunder pada manusia²⁹⁻³¹. Status seng sangat mempengaruhi fungsi limfosit T dan B dan formasi antibodi, serta diperlukan oleh timus untuk produksi hormon *thymus*^{25,26,32,33}. Sehingga, vitamin C dan seng memberikan

perlindungan antioksidan komplementer terhadap oksigen reaktif berasal dari eksogen dan endogen yang dihasilkan^{25,26}. Maka dari itu, keseimbangan oksidan-antioksidan merupakan faktor penting pada fungsi imunitas. Sel-sel kekebalan tubuh sangat sensitif terhadap perubahan dalam keseimbangan ini karena tingkat asam lemak tak jenuh ganda yang tinggi dalam membran plasma³⁴. Kekurangan vitamin C dan seng dapat meningkatkan risiko untuk mengalami penyakit.

c. Faktor yang menghambat absorpsi seng

- 1) Fitat, juga disebut asam fitat, hexaphosphate inositol, atau inositol polifosfat, ditemukan dalam makanan nabati, khususnya kacang-kacangan dan sereal seperti jagung. Fitat mengikat seng (serta mineral lainnya) menggunakan oksigen. Fitat seng kompleks adalah luas, tidak larut, dan kurang diserap²².

Fitat (myo-inositol-6-fosfat) adalah inhibitor utama absorpsi seng dan mempengaruhi absorpsi mineral divalen lainnya, sebagian besar yaitu zat besi dan kalsium. Fitat terutama ditemukan dalam biji-bijian, sereal, biji legum dan, dalam konsentrasi rendah, di umbi-umbian dan akar^{35,15,36}. Selain itu, fitat juga merupakan mineral kompleks endogen yang disekresikan seperti seng dan kalsium, sehingga dapat direabsorpsi ke dalam tubuh³⁷. Jumlah tinggi kalsium dapat memperburuk efek penghambatan fitat pada absorpsi seng, dengan membentuk kompleks kalsium-seng-fitat dalam usus. Bahkan lebih larut dari kompleks fitat dibentuk oleh salah satu ion saja¹⁵.

- 2) Oksalat, atau asam oksalat, sebagai penghambat absorpsi seng lainnya. Ditemukan di berbagai makanan, biasanya terdapat pada bayam, coklat, dan teh.²²

- 3) Polifenol, seperti tanin dalam teh dan serat tertentu dalam gandum utuh, buah, dan sayuran yang juga berikatan dengan seng dan menghambat absorpsinya.²²
- 4) Zat gizi (vitamin B9 dan kation divalen) yang mempengaruhi seng. Interaksi antara seng dan zat gizi seperti berbagai kation divalen (Fe^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+}) dapat terjadi dan menghambat absorpsi seng. Interaksi antara seng dan kation divalen lainnya diduga berkaitan dengan fakta bahwa berbagai kation bersaing satu sama lain untuk mengikat ligan dalam lumen usus atau dalam sel serta untuk transporter di *brush border* dari enterosit²².

Seng di dalam tubuh merupakan co-factor dari enzim asam amino levulinic dehidratase untuk sintesis transferin, dimana transferin merupakan transportasi dari besi. Interaksi antara besi dan seng terjadi secara tidak langsung, peran seng dalam sintesis protein transferin yaitu protein pengangkut besi. Keadaan defisiensi seng dapat juga menurunkan sistem kekebalan serta mengganggu metabolisme besi. Selain itu, seng berkompetisi dengan besi untuk diserap di usus. Apabila seng lebih banyak jumlahnya maka seng akan diserap lebih banyak dibandingkan besi. Namun, terdapat penelitian lain mengatakan adanya ligan dalam makanan, absorpsi seng tidak dipengaruhi oleh konsentrasi besi. Besi dan seng tidak berkompetisi untuk mendapatkan tempat ikatan transferin pada permukaan usus, karena seng diserap kemudian diikat oleh albumin³⁸.

Asupan kalsium, dapat menghambat seng karena bersamaan dengan fitat. Hal ini karena kalsium cenderung untuk membentuk kompleks dengan fitat sehingga seng tidak dapat diserap dan menghambat absorpsi seng. Namun, bioavailabilitas seng dapat diprediksi dengan rasio $[\text{fitat}] \times [\text{kalsium}]/[\text{seng}]$ dan rasio ini dapat menjadi prediksi nilai batas dari bioavailabilitas seng.¹⁴

Peningkatan asupan tembaga tidak memiliki efek untuk absorpsi seng ketika jumlah seng tercukupi. Namun, peningkatan asupan tembaga akan berpengaruh terhadap absorpsi seng ketika asupan seng dalam keadaan sedikit¹⁴.

d. Metabolisme

Seng di dalam tubuh memiliki jumlah yang menggambarkan suatu keseimbangan dinamis antara jumlah seng yang masuk dan yang keluar. Seng diabsorpsi di sepanjang usus halus dan hanya sedikit saja yang diabsorpsi di lambung dan usus besar. Jejunum merupakan tempat absorpsi yang maksimal, sedangkan kolon tidak memiliki peranan penting.⁹

Ligan-ligan dengan berat molekul yang rendah seperti asam amino dan asam-asam organik lainnya dapat meningkatkan daya larut dan memudahkan absorpsi seng. Sistein dan metionin meningkatkan kemampuan absorpsi seng dengan cara membentuk kompleks yang stabil dengan seng. Seng diabsorpsi lebih efisien dalam jumlah kecil.²²

Konsensus secara umum mengatakan bahwa absorpsi seng yang memasuki sel-sel mukosa dapat melibatkan dua proses kinetik, melalui suatu komponen pembawa dan secara difusi. Mekanisme melalui pembawa merupakan mekanisme utama. Peningkatan absorpsi seng yang terjadi saat asupan seng rendah lebih disebabkan peningkatan karena kecepatan transfer seng oleh pembawa melalui membran mukosa dibandingkan dengan afinitas pembawa terhadap seng. Hal ini menimbulkan kesan ada keterlibatan sejumlah reseptor dalam proses absorpsi seng.²²

Setelah masuk ke dalam enterosit, seng diikat oleh suatu protein intestinal kaya sistein (CRIP/Cystein-Rich Intestinal Protein). Selanjutnya seng dipindahkan ke metalotionin atau melintasi sisi serosa enterosit untuk berikatan dengan albumin.

Seng dibawa dan terkonsentrasi di hati setelah berpindah dari intestinal ke sirkulasi porta. Albumin diidentifikasi sebagai protein plasma yang membawa seng ke darah porta. Komponen plasma lain yang mengandung seng adalah α 2-makroglobulin, transferin, dan asam amino khususnya sistein dan histidin.²²

Distribusi seng yang telah diabsorpsi yaitu ke jaringan ekstrahepatik terutama terjadi oleh plasma yang mengandung sekitar 3 mg seng atau sekitar 0,1% dari total seng di dalam tubuh. Seng terikat longgar dengan albumin dan asam amino. Fraksi ini bertanggung jawab pada transport seng dari hati ke jaringan. Semua seng yang diabsorpsi diangkut dari plasma ke jaringan sehingga pertukaran seng dari plasma ke dalam jaringan sangat cepat untuk memelihara konsentrasi plasma seng yang relatif konstan.⁹

Seng dikeluarkan dari tubuh melalui tinja, urin, serta jaringan yang terlepas seperti kulit, rambut, sel-sel mukosa, pertumbuhan kuku, menstruasi dan ejakulasi. Jalur utama ekskresi seng adalah melalui tinja (lebih dari 90%). Beberapa seng dalam tinja berasal dari sekresi endogen. Sekitar 0,5 sampai 0,8 mg seng dikeluarkan melalui urin setiap harinya. Kehilangan seng melalui permukaan kulit, keringat, dan rambut hanya sekitar 1-5 mg/hari.⁹

Pada metabolisme tingkat seluler, diduga ada 4 transporter seng yaitu ZnT-1, ZnT-2, ZnT-3, dan ZnT-4. ZnT-1 diekspresikan diberbagai jaringan, termasuk usus, ginjal, dan hati. Ekspresi ZnT-1 di usus banyak dijumpai di permukaan basolateral dari villi duodenum dan jejunum. ZnT-2 terutama dijumpai di usus, ginjal, dan testis sedangkan ZnT-3 terbatas pada otak dan testis. ZnT-4 banyak terdapat pada kelenjar payudara dan kemungkinan berhubungan dengan sekresi seng dalam ASI. Absorpsi seng tergantung pada kandungan seng dalam diit dan bioavailabilitas seng. Seng dari produk hewani merupakan seng yang mudah

diserap, sedangkan absorpsi seng dari produk nabati tergantung pada kandungan seng dari tanah. Bioavailabilitas seng dari produk nabati sangat menurun apabila diberikan bersama fitat, yang membentuk kompleks tidak larut dengan kation bivalen seperti seng. Seng dalam ASI diabsorpsi dengan baik di dalam usus halus bayi. Bayi dapat menyerap kira-kira 80% seng yang terdapat dalam ASI. Diare dapat mengganggu absorpsi seng. Inhibisi kompetitif antara besi, seng, dan tembaga juga mempengaruhi absorpsi seng.^{9,22}

2. Rasio Molar Fitat terhadap Seng

Efek fitat yang menghambat absorpsi mineral adalah karena pembentukan kompleks fitat-mineral yang larut dan dicerna di dalam usus³⁹. Efek negatif ini tidak hanya tergantung pada jumlah fitat dalam makanan, tetapi juga pada rasio molar fitat: mineral, dimana rasio molar yang diinginkan dari fitat: mineral sebagai indikator bioavailabilitas yang mencukupi kebutuhan mineral termasuk seng^{21,40,41}. Rasio molar fitat:seng yang bioavailabilitasnya dalam keadaan baik ketika indikatornya (Phy:Zn) <15 karena bioavailabilitas seng akan menurun ketika rasio molarnya >15, meskipun rasio fitat terhadap seng antara 5 dan 15 juga memiliki efek negatif pada bioavailabilitas seng^{21,42}. Hal ini penting untuk memperhitungkan jumlah fitat makanan ketika melakukan evaluasi diet dan intervensi diet lebih lanjut²¹. Terdapat penelitian pada tikus, yang mengungkapkan bahwa rasio molar fitat:seng merupakan faktor utama dalam mempengaruhi bioavailabilitas dalam mengonsumsi sereal¹⁵. Penelitian tersebut dilakukan dengan pemberian sarapan aneka ragam sereal sebagai sumber asupan seng dengan rasio molar fitat:seng sekitar 2 sampai 43. Setiap sereal mengandung 12 mcg seng dan diuji dengan dan tanpa penambahan kalsium. hasilnya mengungkapkan bahwa pertumbuhan tikus yang cukup ketika sereal dengan sumber asupan seng dan rasio molar fitat:seng ≤ 15 , tetapi pertumbuhan menurun signifikan

ketika sereal sengan sumber asupan seng dengan rasio molar fitat seng ≥ 24 .¹⁵

Sebagian besar makanan fermentasi memiliki rasio molar Phy: Zn yang rendah, sedangkan roti jagung (tidak beragi), kacang merah, wijen, dan biji niger memiliki rasio molar yang lebih tinggi. Absorpsi Zn intrinsik, tidak dihambat oleh fitat dalam makanan fermentasi, kecuali dikonsumsi bersamaan dengan makanan tinggi fitat seperti roti jagung, kacang-kacangan, dan minyak biji-bijian³⁵. Bahan pangan yang memiliki kandungan tinggi fitat adalah pangan nabati yaitu antara 30-4710 mg, seperti pada kelompok kacang-kacangan yang memiliki kandungan fitat antara 1760-4710 mg/100g. Kelompok polong-polongan memiliki kandungan fitat antara 110-617mg/100g dan kelompok padi-padian memiliki kandungan fitat sebesar 30-439mg/100g⁹.

Rasio molar Fitat dan seng dari makanan dapat dikalkulasikan:

$$\frac{\text{mg fitat}/660}{\text{mg seng}/65,4}$$

Keterangan:

- 660 = massa molekuler fitat
- 65,4 = massa molekuler seng

Secara umum, biji-bijian dan kacang-kacangan memiliki rasio molar yang tinggi diantara 22-88, sedangkan makanan nabati lain sekitar 0-42. Makanan hewani memiliki rasio molar 0.¹¹

3. Seng Serum

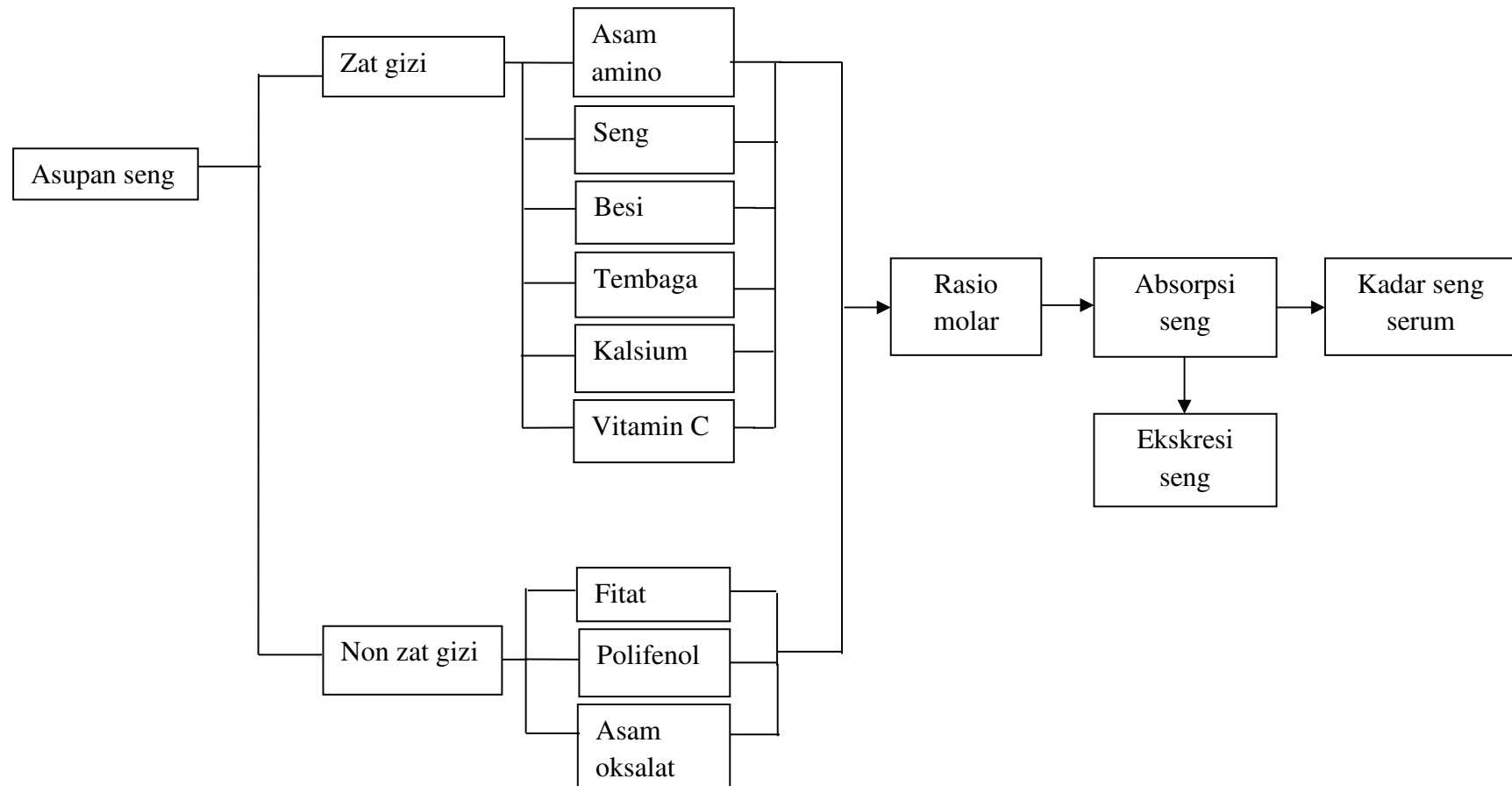
Status seng pada sebuah populasi dapat ditunjukkan dengan kadar seng dalam serum. Teknik pengambilan sampel perlu diperhatikan untuk menghindari kesalahan interpretasi dari teknik pengambilan sampel maupun proses pemeriksaan spesimen.⁴³ Hasil kadar seng serum sangat bervariasi, tergantung waktu pengambilan, asupan makanan, adanya stres metabolik dan aktivitas fisik. Kondisi tersebut sebaiknya dilakukan standarisasi untuk mendapatkan hasil akurat.⁴⁴ Pada waktu pengambilan

sampel darah, serum sebaiknya segera dipisahkan secepat mungkin untuk mencegah kontaminasi seng yang berasal dari sel yang mengalami lisis. Selain itu, kontaminasi seng dari luar terhadap sampel darah juga dapat berasal dari jarum, syringe, pipet transfer, tabung yang terkontaminasi, antikoagulan dan reagen tercemar.^{43,45}

Sebuah penelitian terhadap wanita Selandia Baru yang tidak menggunakan kontrasepsi oral, yaitu terdapat korelasi negatif yang signifikan antara konsentrasi seng serum dan asupan fitat dan rasio molar fitat:seng. Konsentrasi seng serum mengalami fluktuasi selama 24 jam.⁴⁶ Fluktuasi ini sebagian besar dipengaruhi oleh efek dari mengonsumsi makanan. Setelah makan, terdapat kenaikan awal, setelah itu konsentrasi menurun secara progresif selama 4 jam berikutnya dan kemudian naik sampai masuk makanan baru. Selama sehari puasa, konsentrasi seng serum mengalami peningkatan yang sedikit dan tingkatan tertinggi umumnya terlihat pada pagi hari.^{47,48}

Konsentrasi seng serum yang rendah dapat terjadi karena beberapa kondisi, dimana keadaan ini bukan menunjukkan indikasi status seng yang rendah. Namun, konsentrasi seng serum berkurang selama infeksi akut dan peradangan, yang kemungkinan disebabkan oleh redistribusi seng dari plasma ke hati.⁴⁹ Sitokin dilepaskan selama respon fase akut yang mengaktifkan sintesis hati metalotionin,⁵⁰ protein yang mengikat logam muncul untuk mengubah penyerapan seng oleh hati.⁵¹ Peningkatan konsentrasi protein C reaktif atau tanda lain dari respon fase akut dapat digunakan untuk menunjukkan adanya infeksi dan harus dipertimbangkan dalam interpretasi hasil. Stres dan infark miokard juga mengurangi kadar seng serum.⁵² Seng diangkut dalam plasma terkait dengan albumin, penyakit seperti sirosis dan malnutrisi energi dan protein, yang memproduksi hasil hipoalbuminemia dalam konsentrasi seng serum lebih rendah.⁵³

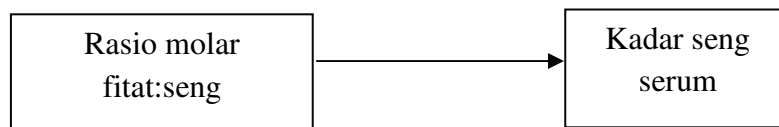
B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep

Makanan sehari-hari yang mengandung seng pada umumnya juga mengandung fitat. Penting untuk mengetahui kadar dari fitat dan seng pada suatu makanan agar dapat mengetahui seberapa besar kandungan seng yang dapat terserap tubuh. Namun, perlu diperhatikan bagi yang mengalami penyakit kronis atau infeksi tertentu yang dapat meningkatkan ekskresi seng di dalam tubuh. Hal ini dapat menjadi perancu data yang dilakukan. Oleh karena itu, kriteria penyakit kronis/infeksi sudah dimasukkan ke dalam kategori inklusi penelitian untuk mencegah terjadinya bias.



Gambar 2. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Ada hubungan rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Ruang Lingkup Penelitian

1. Disiplin Ilmu : Gizi masyarakat
2. Tempat Penelitian : Bandarharjo Semarang Utara
3. Pembuatan Proposal : Juni – Agustus 2016
4. Pengambilan Data : April 2017
5. Pengolahan Data : April - Mei 2017

B. Rancangan Penelitian

Desain rancangan yang digunakan adalah *cross sectional*, dimana variabel yang diteliti diambil pada waktu bersamaan pada satu kelompok.

C. Subjek Penelitian

1. Populasi

a. Populasi Target

Populasi target pada penelitian ini adalah seluruh anak-anak di SD Bangunsari kelurahan Bandarharjo Semarang Utara

b. Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau pada penelitian ini adalah anak-anak usia sekolah dasar di SD Bangunsari kelurahan Bandarharjo Semarang Utara

2. Sampel

a. Besar Sampel

Penentuan besar sampel untuk penelitian ini dapat ditentukan dengan menggunakan rumus analitik korelatif.

$$n = \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)}{0,5 \ln [(1+r)/(1-r)]} \right]^2 + 3$$

Keterangan :

n = jumlah sampel

$Z\alpha$ = derivat baku normal untuk α sebesar 1,96 untuk tingkat kepercayaan 95%

$Z\beta$ = derivat baku normal untuk β sebesar 0,842 untuk power sebesar 80%

r = -0,163⁵⁴

Jadi, perhitungan sampel :

$$n = \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)}{0,5 \ln [(1+r)/(1-r)]} \right]^2 + 3$$
$$n = \left[\frac{2,802}{-0,69 [0,837/1,163]} \right]^2 + 3$$
$$n = 34,55$$

Berdasarkan perhitungan, hasil yangdidapat sebesar 34,55 sampel. Untuk menghindari drop out maka dilakukan koreksi dengan rumus sebagai berikut,

$$n' = n/(1-f)$$

Keterangan :

n = besar sampel yang dihitung (34,55)

f = perkiraan proporsi dropout (10%)

Perhitungan :

$$n' = 34,55/(1-0,1)$$
$$= 38,39 \text{ orang} = 39 \text{ orang}$$

Dengan demikian diperoleh jumlah sampel penelitian ini adalah 39 orang

b. Cara pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *Simple Random Sampling* terhadap 20 SD di daerah pesisir Semarang Utara

c. Subjek

Anak-anak usia sekolah dasar

d. Kriteria inklusi

- 1) Berusia 6-12 tahun
- 2) Bersedia menjadi sampel penelitian dengan mengisi *inform consent*
- 3) Tidak sedang mengonsumsi suplemen kalsium, besi, dan tembaga
- 4) Tidak mengalami diare berturut-turut / penyakit kronis / infeksi saat pengambilan darah selama waktu penelitian, seperti infeksi diare, saluran pernafasan, infeksi akibat gizi buruk, pra dan pasca operasi, luka bakar, luka traumatis akibat kecelakaan, intestinal oleh bakteri, protozoa dan helminths, penderita obstruksi biliaris, gangguan fungsi hati, enteropati/radang usus, penderita gagal ginjal, hemolisis darah kronis, dermatitis eksfoliatif.

e. Kriteria eksklusi

- 1) Mengundurkan diri dari penelitian
- 2) Meninggal dunia saat proses penelitian berlangsung

D. Variabel Penelitian

1. Variabel terikat : Kadar seng serum
2. Variabel bebas : Rasio molar fitat terhadap seng

E. Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Hasil Ukur	Skala
Kadar seng serum	Kadar seng serum adalah konsentrasi serum seng yang diukur dengan metode atomic absorption spectrometry (AAS). <i>Cut off point</i> dari kadar seng serum yaitu untuk anak usia <10 tahun adalah 65 µg/dl, usia ≥10 tahun untuk laki-laki adalah 70 µg/dl dan untuk perempuan adalah 66 µg/dl. ⁹	µg/dl	Rasio
Asupan Seng	Asupan seng diukur dengan metode <i>3x24 hour food recall</i> jam dan <i>food record</i> serta dihitung menggunakan software Nutrisoft. Rentang normal asupan seng pada usia 6 tahun adalah 5 mg, usia 7-9 tahun adalah 11 mg, usia 10-12 tahun untuk laki-laki adalah 14 mg dan untuk perempuan 13 mg yang kemudian di konversi menjadi molar	Molar	Rasio
Asupan Fitat	Asupan fitat diukur dengan metode <i>3x24 hour food recall</i> dan <i>food record</i> serta dihitung menggunakan software Nutrisoft.	Molar	Rasio
Rasio seng terhadap fitat	Rasio yang digunakan sebagai indikator tingkat bioavailabilitas dari seng. Pengkategorian hasil rasio molar yaitu jika hasilnya <5 maka tingkat absorpsi tinggi, 5-15 tingkat absorpsi sedang, >15 tingkat absorpsi rendah		Rasio

F. Prosedur Penelitian

1. Tahap pertama, akan dilakukan perijinan kepada pihak sekolah kemudian menjelaskan kepada orang tua subyek penelitian tentang tujuan penelitian, prosedur pemeriksaan dan manfaat yang diperoleh. Jika pihak sekolah dan orang tua berkenan maka orang tua mengisi *informed consent*.
2. Tahap kedua dilakukan skrining untuk anak-anak yang sesuai dengan kriteria inklusi dan pengumpulan data berat badan dan tinggi badan menggunakan timbangan digital dan mikrotoa.
3. Tahap ketiga, untuk sampel yang sudah memenuhi kriteria inklusi akan dilakukan pengambilan darah untuk analisis seng serum

4. Pengambilan sampel darah dilakukan antara pukul 9-12 pagi. Setelah diambil darah maka semua darah vena anak sebanyak 5 ml disentrifugasi langsung di lapangan untuk mendapatkan serum darah. Serum diangkut dalam *cooling box* dengan pelemen pendingin ke laboratorium untuk analisis. Asesmen seng dilakukan di Laboratorium GAKI Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Sebelum dianalisis, sampel serum disimpan dalam freezer dengan suhu -20° Centigrade atau kurang (dalam tabung plastik saja)⁵⁵.
5. Tahap keempat, analisis hasil sampel serum dengan metode flame atomic absorption spectrometry (AAS) yang dipasang secara manual dengan panjang gelombang 213,8 nm dengan tebal slit 0,7 nm. Sampel diencerkan dengan deionized water, aqueous acid solution, organic alcohols, atau dengan signal enhancing mixture. Disarankan untuk menghindari eror analitik yaitu viskositas yang berbeda antara sampel dan standar dengan menggunakan 5% aqueous glycerol solution sebagai standar atau menggunakan 6% aqueous butanol atau 10% aqueous propanol sebagai sampel dicairkan pada pengenceran 5-fold. Pengenceran antara 5- dan 10-fold disarankan untuk meminimalkan perbedaan viskositas⁹.
6. Tahap kelima, menetapkan sampel yang mengalami defisiensi seng, borderline, dan normal berdasarkan hasil pengujian seng serum
7. Tahap keenam, melakukan wawancara melalui kuesioner dan analisis *3x24 hour food recall* dan *food record* pada sampel untuk mengetahui kebiasaan asupannya.
8. Tahap ketujuh, pengolahan dan analisis data yang sudah dikumpulkan. Analisis data asupan menggunakan software *Nutrisoft* sehingga menghasilkan data jumlah miligram asupan seng dan fitat. Kemudian, dari satuan (mg) dikonversikan menjadi bentuk mol menggunakan massa molekuler dari masing-masing zat. Setelah itu data di rasiokan, untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Rasio molar Fitat dan seng} = \frac{\text{mg fitat}/660}{\text{mg seng}/65,4}$$

Keterangan:

- 660 = massa molekuler fitat
- 65,4 = massa molekuler seng

Terdapat tiga pengkategorian hasil perhitungan rasio fitat terhadap seng yaitu,

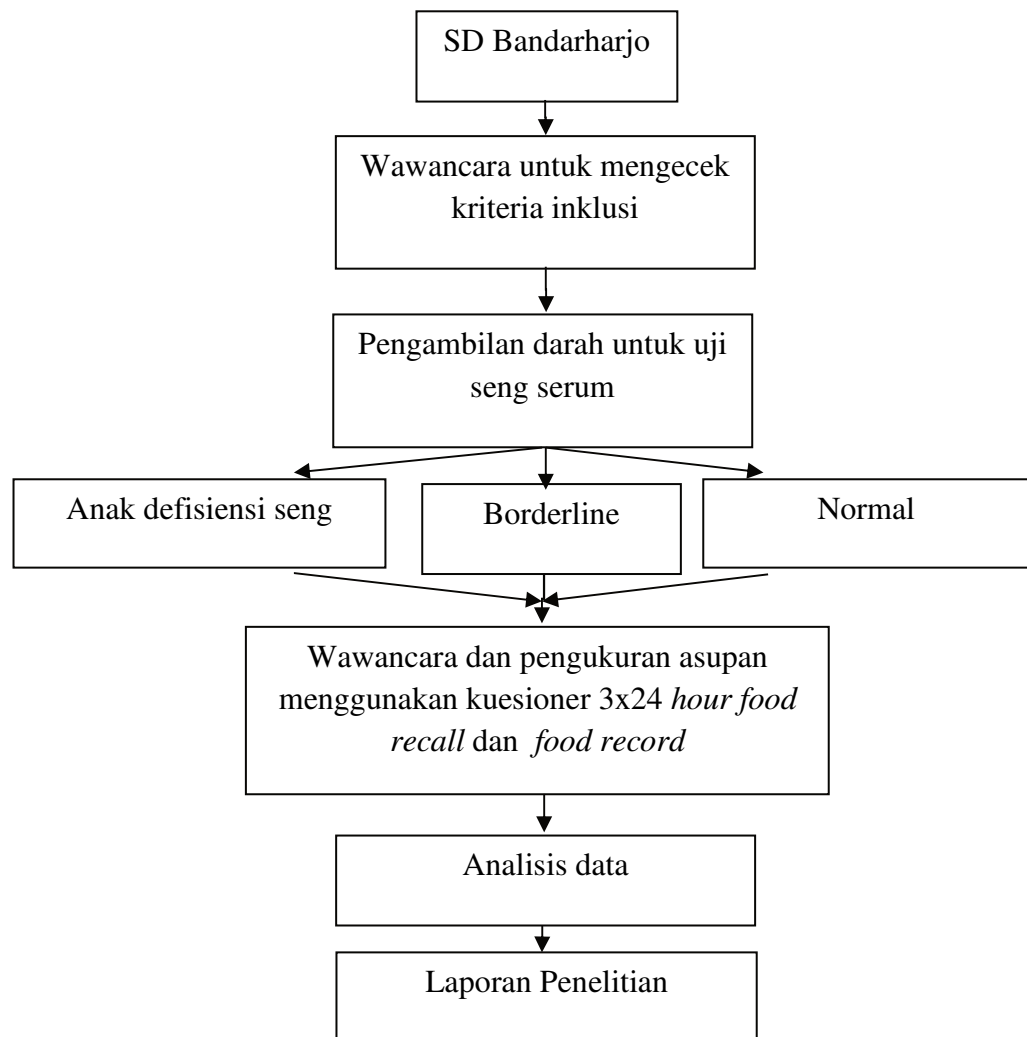
<5 = tingkat absorpsi tinggi

5-15 = tingkat absorpsi sedang

>15 = tingkat absorpsi rendah

Secara umum, biji-bijian dan kacang-kacangan memiliki rasio molar yang tinggi diantara 19-88, sedangkan makanan nabati lain sekitar 16-54. Makanan hewani memiliki rasio molar 0⁹.

G. Alur Kerja



Gambar 3. Alur Kerja

H. Pengumpulan Data

1. Data primer meliputi:
 - a. Kuesioner penapisan yang digunakan untuk memilih responden yang sesuai dengan kriteria inklusi
 - b. Kuesioner yang digunakan untuk mendapatkan data karakteristik sampel meliputi data identitas responden (nama, jenis kelamin, tanggal lahir, alamat, dan nomer telepon)

c. Pengukuran antropometri

Alat yang digunakan untuk menimbang berat badan adalah timbangan digital, sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur tinggi badan adalah mikrotoa

d. Pemeriksaan kadar seng serum

Pemeriksaan untuk mengukur status seng di dalam tubuh manusia

e. Pengukuran asupan seng dan fitat dengan menggunakan *3x24 hour food recall* dan *food record*

2. Data yang dikumpulkan

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari responden yang terdiri dari:

1) Data sesuai dengan kriteria inklusi

2) Data karakteristik sampel diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner meliputi nama, tanggal lahir, jenis kelamin, alamat, dan nomer telepon

3) Data antropometri meliputi berat badan dan tinggi badan

4) Data asupan seng dan fitat dengan melakukan wawancara menggunakan *3x24 hour food recall* dan *food record*

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung selama melakukan penelitian. Data sekunder meliputi data jumlah anak usia 6-12 tahun yang didapatkan dari pihak sekolah.

I. Analisis Data

1. Pengolahan data

Data yang terkumpul akan dilakukan pengeditan, pemberian kode, dan dimasukkan ke dalam file komputer dan dimasukkan dalam software analisis data

2. Analisis Data

a. Analisis univariat

Analisis deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan data seng serum dan rasio molar fitat terhadap seng pada subyek

b. Analisis bivariat

Analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara 2 variabel yaitu variabel rasio molar fitat terhadap seng dan seng serum. Sebelum melakukan analisis bivariat, dilakukan uji normalitas data terlebih dahulu menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dengan nilai kemaknaan ($p > 0,05$). kemudian diuji menggunakan *Pearson* apabila distribusinya normal. Namun, apabila distribusi tidak normal maka dilakukan uji *rank Spearman*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anindita P. Hubungan tingkat pendidikan ibu, pendapatan keluarga, kecukupan protein & seng dengan stunting (pendek) pada balita usia 6-35 bulan di kecamatan Tembalang kota semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat FKM UNDIP*. 2010; 3 (2): 3-11.
2. Black MM. Zinc deficiency and cognitive development. University of Maryland School of Medicine. USA: Woodhead Publishing Limited; 2011. p. 79.
3. Gibney JM. Gizi kesehatan masyarakat. Jakarta: Buku kedokteran ECG;2009.
4. Rahman SN, Sirajuddin S, Alharini S. Hubungan pola konsumsi pangan sumber seng dengan status seng anak sekolah dasar. Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin.
5. Stone RE, Ndjebayi AO, Nankap M, Killilea DW, Brown KH. 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.* 2014;144: 382-391.
6. Fesharakinia A, Zarban A, Sharifzadeh R. Prevalence of Zinc Deficiency in Elementary School Children of South Khorasan Province (East Iran). *Original Article Iran Journal Pediatrics*. 2009;19(3):249-254
7. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Riset Kesehatan Dasar 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI 2013.
8. Suryaningtyas R, Panunggal B. Hubungan Asupan Fitat dengan Status Seng Serum pada Anak Sekolah Dasar [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro;2015.
9. Hot C & Brown KH. Contents International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) Technical Document # 1 Assessment of the Risk of Zinc

- Deficiency in Populations and Options for Its Control. *International Nutrition Foundation* 2004;25:S94-S203.
10. Angelina DC Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian ISPA Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Gayamsari Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2012;1(2):852-860.
 11. Tandukar KP, Jacelon CS, Johnson ERB, Palmer PH, Poudel KC. Serum zinc concentrations and depression in persons with Human Immunodeficiency Virus infection: The positive living with HIV (POLH) study. *Psychiatry Research*. 2016;241:340-346
 12. Setijowati N. Hubungan kadar seng serum dengan tinggi badan anak sekolah dasar penderita gaky. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 2005;21(1).
 13. Pryjambodo M. Hubungan antara kadar seng (Zn) serum dengan skor tuberkulosis paru anak [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro;2008.
 14. Maggini S, Beveridge S, Suter M. A combination of High-dose Vitamin C Plus Zinc for the Common Cold. *The Journal of International Medical Research*. 2012;40(1):28-42.
 15. Sathe SK, Reddy NR. *Food Phytates*. Boca Raton: CRC Press;2001.
 16. Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J.Nutr*. 2000;130:1378S-1383S.
 17. Kementerian Pertanian RI. 2012. Direktori Pengembangan Konsumsi Pangan. Jakarta: Badan Ketahanan Pangan – Kementerian Pertanian RI.
 18. Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, 2011. Pedoman Pendataan Survei Sosial Ekonomi Nasional Tahun 2011. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik
 19. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2013. Laporan akhir analisis dinamika konsumsi pangan masyarakat Indonesia. Pusat Kebijakan Perdagangan dalam Negeri Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan.
 20. Oxtoby DW, Gillis HP, Nachtrieb NH. *Principles of Modern Chemistry*. Silvester Lameda Simarmata. 4th ed jilid 1. Harcourt Inc; 1999.

21. Lazarte CE, Carlsson NG, Almgren A, Sandberg AS, Granfeldt Y. Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015;39:111-119.
22. Sareen SG, Jack LS, James LG. *Advanced nutrition and human metabolism*. 5th ed. Canada: Wardsword; 2009. p.6.
23. Megias C, Pedroche J, Yust MM, Giron-Calle J, Alaiz M, Millan F, Viogue J. Affinity purification of copper-chelating peptides from sunflower protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007a; 55(16): 6509–6514.
24. Xie N, Huang J, Li B, Cheng J, Wang Z, Yin J, Yan X. Affinity purification and characterisation of zinc chelating peptides from rapeseed protein hydrolysates: Possible contribution of characteristic amino acid residues. *Food Chemistry*. 2015; 173: 210-217
25. Wapnir RA. *Protein Nutrition and Mineral Absorption*. Florida: CRC Press, Inc.; 2000.
26. Carr AC, Frei B. Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans. *Am J Clin Nutr*. 1999; 69: 1086 – 1107.
27. Maggini S, Wenzlaff S, Hornig D. Essential role of vitamin C and zinc in child immunity and health. *J Int Med Res*. 2010; 38: 386 – 414.
28. Wintergerst ES, Maggini S, Hornig DH. Immune-enhancing role of vitamin C and zinc and effect on clinical conditions. *Ann Nutr Metab*. 2006; 50: 85 – 94.
29. Ströhle A, Hahn A. Vitamin C and immune function. *Med Monatsschr Pharm*. 2009; 32: 49 – 54.
30. Kennes B, Dumont I, Brohee D, *et al*. Effect of vitamin C supplements on cell-mediated immunity in old people. *Gerontology*. 1983; 29: 305 – 310.
31. Keen CL, Gershwin ME. Zinc deficiency and immune function. *Annu Rev Nutr*. 1990; 10: 415 – 431.

32. Salgueiro MJ, Zubillaga M, Lysionek A, Cremaschi G, Goldman CG, Caro R, De Paoli T, Hager A, Weill R, Boccio J. Zinc status and immune system relationship: a review. *Biol Trace Elem Res.* 2000; 76: 193 – 205.
33. Tapiero H, Tew KD. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomed Pharmacother.* 2003; 57: 399 – 411.
34. Prasad AS. Zinc: an overview. *Nutrition.* 1995; 11(1): 93 – 99.
35. Knight JA. Review: Free radicals, antioxidants, and the immune system. *Ann Clin Lab Sci.* 2000; 30: 145 – 158.
36. Meydani SN, Wu D, Santos MS, Hayek MG. Antioxidants and immune response in aged persons: overview of present evidence. *Am J Clin Nutr.* 1995; 62(6): 1462S – 1476S.
37. Connie W, Srimathi K. Phytate and Mineral Bioavailability, Food Phytates. CRC Press 2001.
38. Ethiopian Health and Nutrition Research Unit (EHNRI), 1998. Food Composition Table for use in Ethiopia. Part IV. 1995–1997, Ethiopian Health and Nutrition Research Unit/Food Agriculture Organization, Addis Ababa, Ethiopia.
39. Lönnerdal B. Phytic acid-trace element (Zn, Cu, Mn) interactions. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2002; 37 (7): 749–758.
40. World Health Organization. Trace Elements in Human and Health Nutrition. Geneva: World Health Organization; 1996
41. Bindra GS, Gibson RS, Thompson LU. [Phytate]/[calcium]/[zinc] ratios in Asian immigrant lacto-ovo vegetarian diets and their relationship to zinc nutriture. *Nutr. Res.* 1986;6 (5): 475–483.
42. Hurrell RF. Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 2004;74 (6): 445–452.
43. WHO. Trace Element in Human Nutrition and Health. Geneva: Macmillan/Ceuterick, 1996: p. 72-101, 123-139.
44. Lowe NM, Fekete K, Decsi T. Methods of assessment of zinc status in humans: a systemic review. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(suppl):1S-12S.

45. Allen LH. Zinc and micronutrient supplements for children. *Am J Clin Nutr* .1998;68(suppl): p. 495S-498S.
46. Hambidge KM, Goodall MJ, Stall C, Pritts J. Postprandial and daily changes in plasma zinc. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1989;3:55–7.
47. Couturier E, van Onderbergen A, Bosson D, Neve J. Circadian variations in plasma zinc and cortisol in man. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1988;2:245–9.
48. Goode HF, Robertson DA, Kelleher J, Walker BE. Effect of fasting, self-selected and isocaloric glucose and fat meals and intravenous feeding on plasma zinc concentrations. *Ann Clin Biochem* 1991;28:442–5.
49. Singh A, Smoak BL, Patterson KY, LeMay LG, Veillon C, Deuster PA. Biochemical indices of selected trace minerals in men: effect of stress. *Am J Clin Nutr* 1991;53:126–31.
50. Schroeder JJ, Cousins RJ. Interleukin 6 regulates metallothionein gene expression and zinc metabolism in hepatocyte monolayer cultures. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1990;87:3137–41.
51. Rofe AM, Philcox JC, Coyle P. Trace metal, acute phase and metabolic response to endotoxin in metallothionein-null mice. *Biochem J* 1996;314:793–7.
52. Prasad AS. Laboratory diagnosis of zinc deficiency. *J Am Coll Nutr* 1985;4:591-8.
53. Solomons NW. On the assessment of zinc and copper nutriture in man. *Am J Clin Nutr* 1979;32:856–71.
54. Gibson RS, Heath ALM, Limbaga MLS, Posser N, Skeaff CM. Are changes in food consumption patterns associated with lower biochemical zinc status among women from Dunedin, New Zealand? *British Journal of Nutrition*. 2001;86:71-80.
55. Sandjaja, Soekatri M, Wibowo Y, Budiman B, Sudikno. Nutritional status of poor families in North Jakarta. *Gizi Indon*. 2010;33(2):150-161

LAMPIRAN 1
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
UNTUK IKUT SERTA DALAM PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN : Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng dengan Kadar Seng Serum pada Anak Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang

INSTANSI PELAKSANA : Mahasiswa Program Studi Sarjana Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN

(INFORMED CONSENT)

Bapak/Ibu Yth:...

Perkenalkan nama saya Ulil Albab, saya mahasiswa Program Studi Sarjana Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran UNDIP. Guna mendapatkan gelar Sarjana Ilmu Gizi, maka salah satu syarat yang ditetapkan kepada saya adalah menyusun sebuah skripsi atau penelitian. penelitian yang akan saya lakukan berjudul “Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng dengan Kadar Seng Serum pada Anak Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang”

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat yaitu sebagai alat diagnosa untuk memprediksi apa yang terjadi di serum melalui perhitungan asupan berdasarkan rasio molar pada anak usia sekolah dasar di pesisir kota Semarang.

Dalam penelitian ini kami akan mengambil sampel darah sebanyak 3 cc yang selanjutnya akan digunakan untuk keperluan pengukuran kadar seng serum. Kemudian setelah itu saya akan menanyakan kuesioner mengenai asupan makan anak selama 3x24 jam dalam satu minggu pada hari yang berselang. Saya memohon dengan kerendahan hati kepada anak Bapak/Ibu meluangkan sedikit

waktu ± 15-20 menit untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan yang saya ajukan. Penelitian ini tidak akan menimbulkan penyakit atau membahayakan nyawa anak Bapak/Ibu. Sebelum pengambilan darah anak Bapak/Ibu disarankan dalam keadaan rileks selama 5 menit. Hal ini menghindari terjadinya memar atau membiru di kulit, apabila hal tersebut terjadi maka dapat diatasi dengan mengompres lengan dengan air hangat selama beberapa menit. Penelitian ini bersifat sukarela dan tidak ada unsur paksaan. Partisipasi anak Bapak/Ibu dalam penelitian ini, juga tidak akan dipergunakan dalam hal-hal yang bisa merugikan anak Bapak/Ibu dalam bentuk apapun. Data dan informasi yang anak Bapak/Ibu berikan dapat saya jamin kerahasiaannya yaitu dengan tidak mencantumkan identitas subyek dan data tersebut hanya akan saya gunakan untuk kepentingan penelitian, pendidikan, dan ilmu pengetahuan. Maka dari itu, Bapak/Ibu tidak perlu takut atau ragu-ragu untuk menjadi subjek penelitian ini.

Apabila ada informasi yang belum jelas, Bapak/Ibu dapat menghubungi saya Ulil Albab, Program Studi Ilmu Gizi, No. HP 08567920806 dan dokter yang bertanggung jawab yaitu dr. Aryu Candra, M.Kes.Epid, No. HP 08122934424. Demikian penjelasan dari saya. Terimakasih atas perhatian dan kerjasama anak Bapak/Ibu dalam penelitian ini.

Setelah mendengar dan memahami penjelasan penelitian, dengan ini saya menyatakan

SETUJU / TIDAK SETUJU

Untuk ikut sebagai responden/sampel penelitian

Semarang, 2017

Saksi :

Nama terang

Orang tua : Siswa :

Alamat : Alamat:

LAMPIRAN 2
FORMULIR PENYARINGAN

**“Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng dengan Kadar Seng Serum pada Anak
Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang”**

□ - □ □ - □ □

<p>Kotak pertama (Kode Tingkatan Kelas): 1-6 (sesuai urutan)</p> <p>Kotak kedua (Kode Kelas): 1-10 (sesuai masing-masing sekolah)</p> <p>Kotak ketiga (Nomer Absen Responden): 1-seterusnya</p>

Enumerator:

A. Karakteristik Subjek		
Konsumsi obat/suplemen	Ya	Tidak
1. Suplementasi besi/kalsium/tembaga, sebutkan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Obat untuk penyakit kronis / infeksi / diare, sebutkan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Obat yang sedang dikonsumsi, sebutkan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B. Riwayat Penyakit
Penyakit kronis / infeksi: Diare/ saluran pernafasan (contoh: TBC, PPOK)/ infeksi akibat gizi buruk/ pra dan pasca operasi/ luka bakar/ luka traumatik akibat kecelakaan/ saluran pencernaan oleh bakteri/ gangguan fungsi hati/ radang usus/ penderita gagal ginjal/ penyakit kronis atau infeksi lainnya

C. Identitas Responden	
Nama :	
Jenis Kelamin :	P / L
TTL :	Usia:
Alamat :	
No. Telp :	

D. Pengukuran Antropometri	
TB :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> cm
BB :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> kg
E. Data Klinik	
Kadar seng serum :	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> , <input type="checkbox"/> μmol/L

LAMPIRAN 3

3X24 HOUR FOOD RECALL

Nama :

No. Identitas :

Hari dan tanggal :

Waktu	Nama makanan atau minuman	Nama bahan makanan	URT	gram

LAMPIRAN 4

FORMULIR FOOD RECORD

Nama :

No. Identitas :

Hari dan tanggal	waktu	Deskripsi makanan atau minuman	Jumlah berat/porsi	Skala kelaparan (0-5) 0= not hungry 5 = kelaparan	Alasan untuk makan dan kondisi suasana hati

LAMPIRAN 5

Pemeriksaan Kadar Seng (Zn) dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

Reagen

- 1 Gliserol p.a
- 2 Air bebas ion (*Deionized water*), dibuat dengan cara melarutkan aquadestilata pada *Mixed resin*

Larutan

1. Larutan gliserol
Dibuat dengan melarutkan 50 ml gliserol (*reagen grade*) dengan air bebas ion sampai volumenya 1000 ml
2. Larutan standar (untuk Zn)
Menggunakan larutan standar komersial yang khusus dipergunakan untuk AAS. Dilakukan pengenceran sampai mencapai konsentrasi 16 $\mu\text{mol/L}$ sampai 80 $\mu\text{mol/L}$ untuk mendapatkan kisaran (*range*) yang linier. Reagen ini stabil bila disimpan pada botol polipropilen (dalam suhu ruang/ 18-25°C) dan tidak perlu dibuat baru setiap kali running tetapi cukup diperiksa setiap bulan.

Alat

1. Botol polipropilen
2. Tabung reaksi plastik
3. Pipet otomatis
4. AAS diset sesuai manual. *Absorbance* diukur pada panjang gelombang 213,8 nm dengan tebal slit 0,7 nm. Menggunakan *Air-Acethylene flame*. Kondisi alat, besar api, tekanan gas, flow rate, sample aspiration rate dan lampu harus diatur seoptimal mungkin untuk mendapatkan sensitifitas terbaik.

Sampel

Darah vena, dimasukkan dalam tabung plastik dengan penutup bebas karet. Harus dihindari kontaminasi sampel dan reagen dengan unsur karet atau sumber seng yang lain.

Prosedur pemeriksaan

1. Destruksi

- a. Darah vena dipusingkan dengan kecepatan 3000 rpm dan diambil plasmanya sejumlah 1 ml (duplo)
- b. Plasma kemudian ditambah larutan HNO₃ pa dengan perbandingan volume yang sama
- c. Dicampur hingga homogen dengan menggunakan vortex mixer kemudian dipanaskan dengan kompor listrik sampai warna larutan menjadi coklat bening
- d. Setelah itu ditambahkan larutan asam perklorat p.a dengan volume yang sama kemudian dipanaskan lagi dengan kompor listrik sampai larutan menjadi putih jernih, yang menandakan ikatan antara seng dengan asam-asam amino sudah putus.

2. Pembacaan

- a. Larutan yang mengandung seng diukur dengan alat AAS dengan cara diaspirasikan pada alat AAS sehingga terbentuk atom pada *burner*
- b. Atom-atom seng bebas akan menyerap sirip radiasi resonans yang sudah mengalami absorpsi oleh atom-atom seng bebas
- c. Intensitas radiasi yang masuk akan dikur oleh detektor, setelah diamplifikasi akan dibaca oleh *recorder/printer*
- d. Spectrofotometer diatur dengan sensitifitas maksimum dan kebisingan minimum, kemudian dinolkan dengan larutan gliserol, prosedur ini diulang-ulang selama analisis. Larutan kerja standar kemudian diaspirasi untuk mendapatkan kurva standar.

3. Kalkulasi

Konsentrasi sampel didapat dengan memperoleh *absorbancenya* dan diplotkan dengan kurva standar (dihitung dengan program komputer)

Kontrol kualitas:

- a. Kalibrasi alat rutin dilakukan sebelum *running*
- b. Memeriksa akurasi dan presisi dengan pemeriksaan larutan kontrol yang telah diketahui kadarnya (buatan pabrik)

**KADAR SENG SERUM DAN RASIO MOLAR FITAT:SENG
PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR DI PESISIR KOTA
SEMARANG**

Artikel Penelitian

disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi
pada Program Studi S-1 Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro



disusun oleh
ULIL ALBAB
22030113140079

**PROGRAM STUDI S1 ILMU GIZI
DEPARTEMEN ILMU GIZI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2017**

PENGESAHAN ARTIKEL PENELITIAN

**Kadar Seng Serum dan Rasio Molar Fitat:Seng pada Anak Usia Sekolah
Dasar di Pesisir Kota Semarang**

disusun oleh:

Ulil Albab
22030113140079

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 10 Agustus 2017
dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Semarang, 11 Agustus 2017

DEWAN PENGUJI

PEMBIMBING I,



dr. Aryu Candra, M.Kes(Epid)
NIP. 197809182008012011

PEMBIMBING II,



Ninik Rustanti, S.TP, M.Si
NIP. 197806252010122002

PENGUJI



Prof. Dr.H.M.Sulchan.MSc.,DA.Nutr.,Sp.GK
NIP.194906201976031001

Mengetahui
Kepala Departemen Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro



Dra. Ani Margawati, M.Kes, PhD
NIP. 196505251993032001

Kadar Seng Serum dan Rasio Molar Fitat:Seng pada Anak Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang

Ulil Albab¹, Aryu Candra¹, Ninik Rustanti¹

ABSTRAK

Latar Belakang: Anak usia sekolah dasar berisiko kekurangan zat gizi seng, untuk mengetahuinya dapat dilakukan pengukuran kadar seng serum. Asupan seng merupakan faktor yang paling berpengaruh pada absorpsi seng yang akan menentukan keadaan kadar seng serum. Fitat merupakan penghambat absorpsi seng yang paling kuat. Tingkat penghambatan oleh fitat dapat diketahui melalui estimasi perhitungan rasio molar fitat:seng. Tujuan penelitian untuk melihat gambaran rasio molar fitat:seng pada anak usia sekolah dasar di Pesisir kota Semarang.

Metode: Merupakan penelitian observasional dengan rancangan *cross sectional*. Pemilihan subjek menggunakan *non probability sampling* yang melibatkan 50 anak usia 9-12 tahun yang ditentukan berdasarkan kriteria inklusi di Sekolah Dasar, Kota Semarang. Data yang dikaji meliputi karakteristik subjek, asupan seng, asupan fitat, dan kadar seng serum. Data asupan diperoleh melalui wawancara langsung menggunakan *3x24 hours food recall* dan *food record*. Kadar seng serum menggunakan metode *Atomic Absorption Spechtrophotometry* (AAS). Data dianalisis menggunakan uji *Pearson*.

Hasil: Rerata kadar seng serum sebesar $93,85 \pm 22,99$ $\mu\text{g/dl}$ dengan rasio molar fitat:seng $14,48 \pm 4,23$. Sebesar 14% subjek memiliki kadar seng serum rendah dan sebesar 46% subjek memiliki rasio molar fitat:seng ≥ 15 yang menunjukkan tingkat absorpsi seng rendah. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum ($p=0,427$).

Simpulan: Persentase dari hasil kadar seng serum subjek yang mengalami defisiensi seng sebesar 14% dan sibjek yang memiliki tingkat absorpsi seng rendah sebesar 46%. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum

Kata Kunci: Seng, fitat, rasio molar, pesisir

¹ Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

Serum Zinc Levels and Phytate:Zinc Molar Ratio among School-Age Children in Coastal Area of Semarang

Ulil Albab¹, Aryu Candra¹, Ninik Rustanti¹

ABSTRACT

Background: School-age children are at risk of zinc deficiency which can be identified by measuring serum zinc levels. Zinc intake, in particular, strongly affects zinc absorption and consequently alters serum zinc concentration. Phytate is the strongest inhibitor of zinc absorption. The scale of its inhibitory ability can be measured through phytate:zinc molar ratio. This study aimed to describe phytate:zinc molar ratio in school-age children in coastal area of Semarang.

Method: This was a cross-sectional study on 50 samples of children aged 9-12 years chosen by non probability sampling from several elementary schools in Semarang. Observed data include subject characteristics, zinc intake, phytate intake, and serum zinc levels. Participants' intake was assessed using 3x24 hour food recall and food record, while serum zinc levels were evaluated through Atomic Absorbant Spechtrophotometry (AAS) methods. Data was analyzed by Pearson's test.

Result: The mean serum zinc level was $93,85 \pm 22,99$ $\mu\text{g/dl}$, with a phytate:zinc molar ratio of $14,48 \pm 4,23$. Only 14% of the subjects had low zinc serum levels, but there was 46% with low zinc absorption rates according to their molar ratio of phytate:zinc. No significant correlation was detected between phytate:zinc molar ratio and serum zinc levels ($p=0,427$).

Conclusion: Low zinc serum levels was found in 14% of the subjects while 46% had low zinc absorption rate. No significant correlation was detected between phytate:zinc molar ratio and serum zinc levels.

Key Words: zinc, phytate, molar ratio, coastal area

¹ Nutrition Science Department, Medical Faculty of Diponegoro University, Semarang

PENDAHULUAN

Anak usia sekolah dasar merupakan kelompok yang rentan terhadap kekurangan zat gizi mikro, salah satunya adalah seng. Zat gizi seng berperan penting dalam kekebalan tubuh untuk pencegahan infeksi oleh berbagai jenis bakteri patogen¹. Selain itu juga penting dalam pembelahan dan pematangan sel, serta pertumbuhan. Seng juga bermanfaat dalam perkembangan otak yaitu untuk perkembangan saraf dan fungsi sistem saraf pusat². Berdasarkan penelitian, kekurangan seng pada anak-anak dapat menyebabkan stunting (pendek)³.

International Conference of Zinc and Human Health memperkirakan 49% populasi dunia mempunyai risiko terjadinya defisiensi seng⁴. Wilayah yang memiliki risiko terbesar mengalami defisiensi seng adalah Afrika, Asia Selatan, dan Asia Tenggara⁵. Sebuah penelitian di Iran tahun 2009 mengungkapkan bahwa 28,1% anak usia 9-11 tahun mengalami defisiensi seng⁶. Berdasarkan data dari Departemen Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2006 tentang studi gizi mikro di 10 Provinsi, menemukan prevalensi rata-rata anak-anak kekurangan seng sebesar 36,1%⁴. Prevalensi stunting pada anak usia sekolah dasar (usia 5-12 tahun) adalah 30,7 % dan di Jawa Tengah sebesar 28%⁷. Penelitian pada beberapa sekolah di pesisir Semarang menunjukkan terjadinya defisiensi seng sebesar 75% pada tahun 2015⁸.

Salah satu penyebab defisiensi seng adalah karena asupan fitat. Asupan fitat pada laki-laki di pesisir Semarang sejumlah 1073,44 mg dan pada perempuan sejumlah 986,43 mg⁸. Data ini menunjukkan bahwa daerah pesisir selain mengonsumsi hasil perikanan dan jenis laut lainnya, juga mengonsumsi pangan nabati seperti kacang-kacangan, sereal, dan sayur-sayuran. Pangan nabati tersebut juga memiliki kandungan fitat didalamnya sehingga meningkatkan risiko terjadinya defisiensi seng.

Status seng di dalam tubuh dapat ditentukan dengan beberapa pengukuran yaitu, pengukuran kadar seng serum, kadar seng eritrosit, leukosit, netrofil, dan kadar seng pada rambut. Namun, diantara kelima pengukuran tersebut, kadar seng serum adalah yang paling sering digunakan⁹. Kadar seng serum dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya yaitu dari faktor stres¹⁰, asupan⁹, suplementasi¹¹, dan

status gizi¹². Faktor yang paling berpengaruh adalah asupan makanan. Pada asupan makanan terdapat zat yang dapat meningkatkan dan menghambat kadar seng serum atau absorpsi seng.

Zat gizi yang dapat meningkatkan absorpsi seng adalah protein⁹ yang berperan sebagai salah satu komponen asupan dalam mempengaruhi kecepatan absorpsi dan status dari seng¹³. Berikutnya zat yang dapat menghambat absorpsi seng adalah fitat, tembaga, kalsium, besi. Fitat merupakan penghambat mineral yang kuat, termasuk seng, karena fitat tidak dapat diabsorpsi pada pencernaan manusia, mineral yang terikat pada fitat akan melewati usus tanpa diserap⁹ dan fitat adalah yang paling berpengaruh terhadap absorpsi seng¹⁴. Tembaga akan mempengaruhi absorpsi seng. Ketika jumlah seng di dalam tubuh berada pada kondisi rendah, maka tembaga dapat menghambat absorpsi seng¹⁵. Kalsium dapat menghambat seng apabila berada bersamaan dengan fitat¹⁵. Besi memiliki beberapa tempat absorpsi yang bersamaan dengan absorpsi seng, sehingga apabila besi memiliki jumlah yang lebih besar daripada jumlah seng maka akan menghambat absorpsi seng¹⁶.

Seng terdapat pada bahan pangan hewani seperti daging ayam, sapi, babi, ikan, seafood, dan telur. Selain itu, juga terdapat pada bahan pangan nabati seperti kacang-kacangan, biji-bijian, dan sereal. Kandungan seng lebih banyak terdapat pada makanan hewani¹⁵. Berdasarkan rata-rata konsumsi per kapita dalam seminggu, beberapa macam bahan pangan seperti beras, ikan dan udang, daging sapi/kerbau, daging ayam, telur ayam, tempe, dan tahu, semua bahan pangan tersebut mengalami peningkatan rata-rata konsumsi dari tahun 2014-2015¹⁷. Makanan nabati seperti tempe, tahu, dan beras yang memiliki kandungan seng ini juga memiliki kandungan tinggi fitat yang akan mengganggu absorpsi dari seng. Selain itu, seng merupakan mineral esensial yang paling memberikan efek oleh fitat dibandingkan mineral-mineral lainnya seperti tembaga, nitrat, kobalt, mangan, dan kalsium¹⁶.

Efek penghambatan fitat pada absorpsi seng membutuhkan estimasi untuk mengetahui seberapa banyak fitat menghambat seng yaitu dengan rasio molar fitat:seng¹⁵. Rasio ini menggunakan molar karena fitat dan seng di dalam tubuh

berperan sebagai zat terlarut di dalam larutan dan molar merupakan cara yang tepat untuk menyatakan komposisi larutan¹⁸. Terdapat penelitian pada tikus, yang mengungkapkan bahwa rasio molar fitat:seng merupakan faktor utama dalam mempengaruhi bioavailabilitas dalam mengonsumsi asupan seng¹⁴. Penelitian tersebut dilakukan dengan pemberian sarapan sereal sebagai sumber asupan seng dengan rasio molar fitat:seng sekitar 2 sampai 43. Jika hasil perhitungan rasio molar fitat:seng >15 maka asupan fitat dikurangi dan asupan seng ditingkatkan karena pada kondisi ini fitat lebih dominan, tetapi apabila rasionya <15 maka dikatakan baik karena tidak memiliki pengaruh terhadap bioavailabilitas seng¹⁹.

Berdasarkan latar belakang atau penjelasan tersebut, perlu dilakukan penelitian gambaran kadar seng serum dan rasio molar fitat:seng pada anak usia sekolah dasar di Pesisir Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di SD Bangunsari, SDN Bandarharjo 01, dan SDN Bandarharjo 02, Kelurahan Bandarharjo, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang, Jawa Tengah pada bulan April hingga Mei 2017. Penelitian ini termasuk dalam ruang lingkup keilmuan gizi masyarakat. Desain penelitian ini adalah *cross-sectional*. Subjek diambil sejumlah 50 sampel dengan *non-probability sampling*. Kriteria inklusi adalah anak berusia 9-12 tahun, tidak sedang mengonsumsi suplemen kalsium, besi dan tembaga, dan tidak mengalami diare berturut-turut/penyakit kronis/infeksi saat pengambilan darah selama waktu penelitian. Kriteria eksklusi adalah subjek mengundurkan diri dari penelitian dan meninggal dunia saat proses penelitian berlangsung. Setiap subjek terpilih diberikan *informed consent* sebagai tanda subjek setuju ikut serta dalam penelitian. Penelitian ini telah mendapat *ethical clearance* dengan No. 418/EC/FK-RSDK/VII/2017 dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro/RSUP Dr. Kariadi Semarang.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar seng serum yang diambil pada sampel darah subjek. Sampel darah subjek diambil oleh tenaga kesehatan yang terlatih melalui pembuluh darah vena sebanyak 3 cc. Kadar seng serum

darah diukur dengan alat *Atomic Absorption Spechtrophotometry* (AAS) dalam satuan $\mu\text{g/dL}$ di Laboratorium GAKY Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah rasio molar fitat:seng yaitu nilai dari asupan fitat dalam miligram per massa molekuler fitat dibagi asupan seng dalam miligram per massa molekuler seng. Nilai asupan diperoleh dengan menggunakan instrumen *3x24 hours Food Recall* dan *3xFood Record*. Selanjutnya asupan makanan dikonversi dalam bentuk URT menjadi rerata gram per hari. Data diperoleh dari program komputer menggunakan data rata-rata asupan seng dan fitat per hari yang berasal dari instrumen *3x24 hours food recall* dan *food record* dalam satuan miligram menjadi molar selanjutnya dirasioikan antara asupan fitat dan seng. Variabel perancu pada penelitian ini adalah asupan protein, kalsium, besi, dan tembaga.

$$\frac{\text{mg fitat}/660}{\text{mg seng}/65,4}$$

Keterangan:

- 660 = massa molekuler fitat
- 65,4 = massa molekuler seng

Sebelum dianalisis semua data diuji kenormalannya menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* karena jumlah sampel >30 . Analisis univariat data numerik kemudian disajikan dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi. Setelah itu, dilakukan analisis bivariat antara variabel terikat dengan variabel bebas maupun variabel perancu menggunakan uji *Pearson's* apabila data normal, dan uji *Spearman* apabila data tidak normal. Hubungan antara kadar seng serum dengan jenis kelamin diuji dengan uji *Continuity Correction* sebagai uji alternatif chi-square karena jenis kelamin merupakan kategorik dan sampel lebih dari 40.

HASIL PENELITIAN

Subjek penelitian terdiri dari 30 subjek laki-laki dan 20 subjek perempuan. Karakteristik status gizi berdasarkan TB/U dengan kategori pendek sebanyak 18%. Berdasarkan IMT/U dengan kategori kurus sebanyak 12%. Selanjutnya untuk kadar seng serum, sebesar 14% dari subjek keseluruhan memiliki kadar

seng serum yang rendah dan tingkat rasio molar fitat:seng sebesar 46% dari subjek keseluruhan yang memiliki tingkat absorpsi seng rendah. Berdasarkan gambaran kecukupan asupan gizi, untuk asupan seng, besi, kalsium dan tembaga, seluruh subjek pada penelitian ini berada pada kategori kurang (100%). Selanjutnya untuk asupan protein, sebagian besar juga mengalami kekurangan asupan protein yaitu sebesar 68% (tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik status gizi, kadar seng serum, tingkat rasio molar fitat: seng, dan asupan

Variabel	Laki-laki		Perempuan		Total	
	N	%	n	%	n	%
<i>Z-Score</i> TB/U						
Pendek	5	10	4	8	9	18
Normal	26	52	15	30	41	82
<i>Z-Score</i> IMT/U						
Kurus	4	8	2	4	6	12
Normal	18	36	13	26	31	62
Gemuk	9	18	4	8	13	26
Tingkat rasio molar fitat:seng						
Tingkat absorpsi seng tinggi (<5)	-	-	-	-	-	-
Tingkat absorpsi seng sedang (5-15)	16	32	11	22	27	54
Tingkat absorpsi seng rendah (>15)	13	26	10	20	23	46
Kadar Seng Serum						
Rendah	5	10	2	4	7	14
Normal	28	56	15	30	43	86
Asupan protein (g)						
Kurang (<90 %)	20	67	15	50	34	68,0
Cukup (≥90%)	10	33	5	17	15	30,0
Asupan seng (mg)						
Kurang (<90 %)	30	100	20	100	50	100,0
Cukup (≥90%)	-	-	-	-	-	-
Asupan besi (mg)						
Kurang (<90 %)	30	100	20	100	50	100,0
Cukup (≥90%)	-	-	-	-	-	-
Asupan kalsium (mg)						
Kurang (<90 %)	30	100	20	100	50	100,0
Cukup (≥90%)	-	-	-	-	-	-
Asupan tembaga (mg)						
Kurang (<90 %)	30	100	20	100	50	100,0
Cukup (≥90%)	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 2, rerata nilai simpangan baku TB/U, IMT/U, kadar seng serum, dan rasio molar fitat:seng termasuk dalam kategori normal. Asupan protein, besi, kalsium, seng, dan tembaga termasuk dalam kategori kurang. Kemudian untuk hasil uji korelasi menunjukkan tidak terdapat hubungan antara

rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum. Hal yang sama juga terjadi pada asupan protein, seng, kalsium, besi, tembaga, fitat, IMT/U, dan TB/U yang tidak menunjukkan hubungan dengan kadar seng serum.

Tabel 2. Gambaran rerata dan hubungan kadar seng serum dengan Rasio Molar Fitat:Seng, Asupan protein, Seng, Kalsium, Besi, Tembaga, Fitat, IMT/U, dan TB/U

Variabel	Rerata ± SD			<i>r</i>	<i>p</i>
	Laki-laki	Perempuan	Rata-rata		
Kadar Seng serum (µg/dl)	92,20±22,45	96,32±24,17	93,85±22,99		
Z-Score TB/U (cm)	-1,18±0,80	-1,42±0,74	-1,28±0,78	-0,039	0,787 ^b
Z-Score IMT/U (kg/m ²)	-0,19±1,58	-0,24±1,29	-0,08±1,46	-0,176	0,221 ^b
Rasio molar fitat:seng	15,03±3,39	14,49±5,19	14,48±4,23	-0,102	0,427 ^b
Asupan protein (g)	48,26±14,73	44,98±12,02	46,95±13,68	0,068	0,685 ^b
Asupan Fitat (mg)	801,11±279,18	716,34±299,90	767,20±287,68	-0,002	0,988 ^a
Asupan besi (mg)	5,59±2,10	5,42±1,59	5,52±1,89	-0,028	0,845 ^b
Asupan kalsium (mg)	221,73±116,53	236,80±102,35	227,76±110,24	-0,128	0,354 ^a
Asupan seng (mg)	5,44±1,98	4,95±1,51	5,58±3,06	0,110	0,439 ^b
Asupan tembaga (mg)	0,73±0,31	0,61±0,21	0,68±0,31	-0,053	0,719 ^a
Jenis Kelamin					0,506 ^c

^aUji *Rank-Spearman*

^bUji *Pearson*

^cUji *Continuity Correction*

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil skrining yang dilakukan pada anak Sekolah Dasar usia 9-12 tahun di Bandarharjo, untuk *z-score* TB/U didapatkan 18% dari seluruh subjek berada dalam kategori pendek. Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase kategori pendek dari tahun 2015 sebesar 72% menjadi 18% pada tahun 2017²⁰. Subjek yang memiliki kadar seng serum rendah (defisiensi seng) sebanyak 7 orang dan hanya 1 yang memiliki kategori pendek. Hal ini karena selain faktor *z-score* TB/U, defisiensi seng juga dipengaruhi faktor lain seperti asupan. Kategori pendek atau stunting pada usia sekolah, mengakibatkan anak cenderung sulit mencapai potensi pertumbuhan dan perkembangan yang optimal secara fisik maupun psikomotorik ketika dewasa nantinya yang berkaitan erat dengan kemunduran kecerdasan dan produktivitas²¹.

Hasil pengukuran dari *z-score* IMT/U pada penelitian ini adalah subjek berada pada kategori kurus sebesar 12% dan normal sebesar 62%. Kategori kurus dan normal pada penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat defisiensi seng pada subjek karena anak yang mengalami defisiensi seng dapat beresiko malnutrisi, dimana keberadaan seng di dalam tubuh diperlukan untuk penambahan berat jaringan otot dan adiposa yang baru²². Selain itu, penelitian di Rumania juga menunjukkan bahwa kadar seng berkorelasi secara positif terhadap status gizi batita²³. Pada penelitian ini lebih besar persentase *z-score* IMT/U yang berada pada kategori normal dan sejalan dengan persentase kadar seng serum yang juga sebagian besar berada pada kategori normal. Sedangkan seluruh subjek yang kadar seng serumnya rendah tidak ada yang berada pada kategori kurus.

Selain dilihat keterkaitan kadar seng serum dengan hasil skrining, hal utama yang dilihat adalah keterkaitan hasil kadar seng serum dengan nilai rasio molar fitat:seng. Hasil kadar seng serum berada pada kategori rendah sebesar 14% dan nilai rasio molar fitat:seng memiliki tingkat absorpsi seng yang rendah sebesar 46%. Berdasarkan uji statistik antara kedua variabel tersebut, menghasilkan *p value* >0,05 yang menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar seng serum dengan rasio molar fitat:seng. Jika dilihat dari pengelompokan jenis kelamin, hasil rasio molar fitat:seng pada laki-laki termasuk kategori tingkat absorpsi seng rendah, sedangkan pada perempuan termasuk tingkat absorpsi seng sedang, tidak ada yang berada pada tingkat absorpsi tinggi. Hal ini karena pada laki-laki berisiko terjadi defisiensi seng dua kali lebih besar dibandingkan dengan perempuan²⁴. Kemudian dengan sebanyak 14% subjek yang memiliki kadar seng serum rendah, menunjukkan angka yang hampir mendekati 20%, karena jika sudah melebihi 20% maka dikatakan sebagai permasalahan kesehatan yang serius²⁵. Defisiensi seng merupakan salah satu dari 10 faktor terbesar yang berkontribusi terhadap terjadinya angka kematian yang tinggi akibat infeksi di negara-negara berkembang⁶.

Persentase dari kadar seng serum yang rendah sebesar 14% tersebut disebabkan oleh cukup banyaknya subjek yang memiliki tingkat absorpsi rendah, karena dalam penelitian ini jika dilihat berbagai pilihan jenis makanan pada anak

usia 9-12 tahun, mereka gemar mengonsumsi makanan yang mengandung fitat seperti kacang, padi dan tepung sehingga tidak ada hasil rasio molar fitat:seng yang berada pada tingkat absorpsi tinggi. Penelitian yang dilakukan di Korea pada wanita muda dan lanjut usia menunjukkan bahwa fitat mempengaruhi jumlah seng yang diserap dari dalam usus²⁶. Analisis seng yang dilakukan di San Francisco pada pria dengan usia 20-35 tahun menunjukkan bahwa berkurangnya kadar seng serum hanya dapat digambarkan melalui perubahan asupan, ekskresi, dan absorpsi seng dalam jumlah yang besar dan waktu yang lama²⁷. Hal tersebut dijelaskan melalui proses kinetik seng di dalam tubuh mulai dari penyerapan hingga ekskresi^{27,28}.

Variabel lain adalah dari asupan zat gizi lain seperti protein, besi, kalsium, dan tembaga yang dalam penelitian ini tidak menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap kadar seng serum. Namun, asupan protein memiliki hubungan positif yang lemah dan asupan kalsium, besi, serta tembaga memiliki hubungan negatif yang lemah terhadap kadar seng plasma.

Asupan protein berperan dalam meningkatkan absorpsi seng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata asupan protein subjek termasuk dalam kategori defisit ringan yaitu sebesar 46,95 g/hari. Sedangkan jika dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, rerata subjek laki-laki berada pada kategori normal, pada subjek perempuan termasuk kategori defisit ringan. Data ini menunjukkan bahwa rerata asupan protein yang berada pada kategori defisit ringan mempengaruhi kecepatan absorpsi seng karena terdapat 14% mengalami defisiensi seng, dimana pada penelitian ini asupan seng termasuk dalam kategori defisit berat. Asupan protein mempengaruhi penyerapan seng di dalam usus sebagai salah satu komponen asupan yang mempengaruhi kecepatan dan status dari seng. Pada hewan percobaan, ketika mengonsumsi protein cukup maka akan berpengaruh pada pertumbuhan¹³. Namun, apabila mengonsumsi protein dalam jumlah sedikit (7,5%) selama empat minggu dan juga rendah mengonsumsi seng (1-3 mg/kg), maka tidak terdapat penambahan berat badan, dan terjadi ketidaknormalan dari tembaga, besi dan seng di hati²⁹. Absorpsi seng yang rendah dapat terlihat dari rendahnya asupan protein karena hal ini berkaitan dengan

rendahnya availabilitas dari pemecahan protein yang mendukung pengurangan seng dari lumen intestinal. Pada percobaan melalui tikus, jika asupan protein pada tikus tidak cukup, tikus tersebut sulit untuk mencapai kecukupan seng. Selanjutnya, terdapat perbedaan yang signifikan pada pertumbuhan tikus yang mengonsumsi putih telur yang rendah (15%) dan tinggi (30%) dengan absorpsi asupan seng²⁹. Protein juga berperan sebagai karier pada proses absorpsi seng ke dalam enterosit bernama Zrt- dan Irt- like Protein (ZIP) yang menjadi transporter seng utama di sepanjang membran enterosit. Selain sebagai karier, penyusun protein yaitu asam amino, berperan sebagai ligan untuk seng yang membantu meningkatkan absorpsi seng dan mempertahankan solubilitas seng di saluran pencernaan. Asam amino yang berperan yaitu histidin, sistein, lisin dan glisin³⁰.

Asupan kalsium, besi, dan tembaga berperan dalam menghambat absorpsi seng. Pemenuhan rerata asupan kalsium pada subjek penelitian ini sebesar 227,76 mg/hari yang termasuk dalam kategori defisit berat. Hubungan antara kalsium dan kadar seng serum tidak berhubungan karena kalsium dapat menghambat absorpsi seng hanya ketika terdapat fitat pada asupan yang dikonsumsi¹⁵. Pada penelitian ini, subjek yang mengalami defisiensi seng juga mengonsumsi fitat sehingga terjadi interaksi antara kalsium, fitat, dan seng. Hal ini karena kalsium cenderung untuk membentuk kompleks dengan fitat sehingga seng tidak dapat diserap dan menghambat absorpsi seng³¹.

Asupan besi pada subjek penelitian ini sebesar 5,52 mg/hari yang termasuk dalam kategori defisit berat. Keadaan defisit berat ini dapat mempengaruhi penyerapan seng karena beberapa dari subjek yang mengalami defisiensi seng, memiliki tingkat asupan besi 2x lebih banyak dari pada asupan seng. Asupan besi mempengaruhi penyerapan seng di dalam usus dengan bersifat sebagai kompetitor seng ketika jumlah besi lebih besar daripada jumlah seng¹⁶.

Selanjutnya, rerata asupan tembaga pada penelitian ini sebesar 0,68 mg/hari yang juga termasuk kategori defisit berat. Keberadaan asupan tembaga yang sedikit ini tidak terlalu mengganggu absorpsi seng karena tembaga menjadi inhibitor yang lemah³².

Keterbatasan penelitian

Keterbatasan pada penelitian terkait rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum ini adalah tidak dapat menganalisis zat-zat lain yang berkaitan dengan asupan seng seperti polifenol dan asam oksalat karena keterbatasan *software* yang digunakan. Selain itu, dalam penelitian ini belum dihitung rasio molar fitat dengan mineral lainnya untuk mengetahui apakah ada kemungkinan pengaruh terhadap kadar seng serum.

SIMPULAN

Persentase dari hasil kadar seng serum subjek yang mengalami defisiensi seng sebesar 14% dan subjek yang memiliki tingkat absorpsi seng rendah sebesar 46%. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum.

SARAN

Apabila ingin melakukan pengembangan dalam penelitian ini, sebaiknya dilakukan analisis zat-zat lain seperti polifenol dan asam oksalat dengan mencari *software* untuk mengujinya serta dilakukan perhitungan rasio molar fitat dengan zat gizi lainnya agar dapat diketahui keterkaitannya dengan kadar seng serum. Selain itu, pemantauan asupan dapat dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama karena akan mempengaruhi validasi data dan kekuatan pengikatan fitat terhadap seng serta membandingkan dengan metode pengambilan data asupan lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas segala ridho dan rahmat yang telah diberikan kepada penulis. Terimakasih penulis sampaikan kepada pembimbing, seluruh responden dan enumerator yang terlibat dalam penelitian atas kerjasama selama penelitian ini berlangsung serta semua pihak yang telah memberikan dukungan selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anindita P. Hubungan tingkat pendidikan ibu, pendapatan keluarga, kecukupan protein & seng dengan stunting (pendek) pada balita usia 6-35 bulan di kecamatan Tembalang kota semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat FKM UNDIP*. 2010; 3 (2): 3-11.
2. Black MM. Zinc deficiency and cognitive development. University of Maryland School of Medicine. USA: Woodhead Publishing Limited; 2011. p. 79.
3. Gibney JM. Gizi kesehatan masyarakat. Jakarta: Buku kedokteran ECG;2009.
4. Rahman SN, Sirajuddin S, Alharini S. Hubungan pola konsumsi pangan sumber seng dengan status seng anak sekolah dasar. Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin.
5. Stone RE, Ndjebayi AO, Nankap M, Killilea DW, Brown KH. 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.* 2014;144: 382-391.
6. Fesharakinia A, Zarban A, Sharifzadeh R. Prevalence of zinc deficiency in elementary school children of south khorasan province (East Iran). *Original Article Iran Journal Pediatrics*. 2009;19(3):249-254
7. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Riset Kesehatan Dasar 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI 2013.
8. Suryaningtyas R, Panunggal B. Hubungan Asupan Fitat dengan Status Seng Serum pada Anak Sekolah Dasar [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro;2015.
9. Hot C & Brown KH. Contents International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) Technical Document # 1 Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations and Options for Its Control. *International Nutrition Foundation* 2004;25:S94-S203.
10. Tandukar KP, Jacelon CS, Johnson ERB, Palmer PH, Poudel KC. Serum zinc concentrations and depression in persons with Human Immunodeficiency

- Virus infection: The positive living with HIV(POLH) study. *Psychiatry Research*. 2016;241:340-346
11. Setijowati N. Hubungan kadar seng serum dengan tinggi badan anak sekolah dasar penderita gaky. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 2005;21(1).
 12. Pryjambodo M. Hubungan antara kadar seng (Zn) serum dengan skor tuberkulosis paru anak [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro;2008.
 13. Megias C, Pedroche J, Yust MM, Giron-Calle J, Alaiz M, Millan F, Viogue J. Affinity purification of copper-chelating peptides from sunflower protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007a; 55(16): 6509–6514.
 14. Sathe SK, Reddy NR. *Food Phytates*. Boca Raton: CRC Press;2001.
 15. Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J.Nutr*. 2000;130:1378S-1383S.
 16. Solomons NW. Competitive interaction of iron and zinc in the diet: consequences for human nutrition. *J Nutr*. 1986;116:927-935.
 17. Badan Pusat Statistik. *Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2015*. <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/950> (diakses tanggal 11 Agustus 2017)
 18. Oxtoby DW, Gillis HP, Nachtrieb NH. *Principles of Modern Chemistry*. Silvester Lameda Simarmata. 4th ed jilid 1. Harcourt Inc; 1999.
 19. Lazarte CE, Carlsson NG, Almgren A, Sandberg AS, Granfeldt Y. Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015;39:111-119.
 20. Anggraheni N, Pramono A. Gambaran kadar serum seng (Zn) dengan z-score TB/U pada anak usia 9-12 tahun [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro;2015
 21. Engle-Stone, R, Ndjebayi AO, Nankap M, Killilea DW, & Brown KH. 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.*2012;144:382–39.
22. Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR. Modern nutrition in health disease: edisi ke-11. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
 23. Negrut N, Mircea N. Relationship between plasma level of zinc and growth of children under the age of three. *Journal of Ecotoxicology.* 2013;12(B):291-9.
 24. Thurlow RA, et al. Risk of zinc, iodine and other micronutrient deficiencies among school children in North East Thailand. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2006;60:623-632.
 25. Prawirohartono EP, Lestari SK, Nurani N, Sitaresmi MN. Difference In Nutrient Biomarkers Concentratio By Habitual Intake Of Milk Among Preschool Children In An Urban Area Of Indonesia. *Journal of Human Nutrition and Food Science.* 2015;3(1):1055.
 26. Kim J, Paik HY, Joung H, Woodhouse LR, Li S, king JC. Effect of dietary phytate on zinc homeostasis in young and elderly korean women. *American College of Nutritio.* 2007;26:1-9.
 27. King JC, Shames DM, Lowe NM, Woodhouse LR, Sutherland B, Abrams SA, et al. Effect of acutte zinc depletion on zinc homeostasis and plasma zinc kinetics in men. *Am J Clin Nutr.* 2001;74:116-24.
 28. Kim J, Paik HY, Joung H, R L, Woodhouse, King JC. Plasma zinc but not the exchangeable zinc pool size differs between young and older korean women. *Biol Trace Elem Res.* 2011;142:130-6.
 29. Megias C, Pedroche J, Yust MM, Giron-Calle J, Alaiz M, Millan F, Viogue J. Affinity purification of copper-chelating peptides from sunflower protein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2007a; 55(16): 6509–6514.
 30. Sareen SG, Jack LS, James LG. Advanced nutrition and human metabolism. 5th ed. Canada: Wardsword; 2009. p.6.

31. Maggini S, Beveridge S, Suter M. A combination of High-dose Vitamin C Plus Zinc for the Common Cold. *The Journal of International Medical Research*. 2012;40(1):28-42.
32. Segawa S, Shibamoto M, Ogawa M, Miyake S, Mizamoto K, Ohishi A, et al. The Effect of Divalent Metal Cations on Zinc Uptake by Mouse Zrt/Irt Like Protein 1 (ZIP1). *Life Sciences*. 2014;113(2014):40-4.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Informed Consent

JUDUL PENELITIAN : Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng dengan Kadar Seng Serum pada Anak Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang

INSTANSI PELAKSANA : Mahasiswa Program Studi Sarjana Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN

(INFORMED CONSENT)

Bapak/Ibu Yth:...

Perkenalkan nama saya Ulil Albab, saya mahasiswa Program Studi Sarjana Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran UNDIP. Guna mendapatkan gelar Sarjana Ilmu Gizi, maka salah satu syarat yang ditetapkan kepada saya adalah menyusun sebuah skripsi atau penelitian. penelitian yang akan saya lakukan berjudul “Hubungan Rasio Molar Fitat:Seng dengan Kadar Seng Serum pada Anak Usia Sekolah Dasar di Pesisir Kota Semarang”

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan rasio molar fitat:seng dengan kadar seng serum pada anak usia sekolah dasar. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat yaitu sebagai alat diagnosa untuk memprediksi apa yang terjadi di serum melalui perhitungan asupan berdasarkan rasio molar pada anak usia sekolah dasar di pesisir kota Semarang.

Dalam penelitian ini kami akan mengambil sampel darah sebanyak 3 cc yang selanjutnya akan digunakan untuk keperluan pengukuran kadar seng serum. Kemudian setelah itu saya akan menanyakan kuesioner mengenai asupan makan anak selama 3x24 jam dalam satu minggu pada hari yang berselang. Saya memohon dengan kerendahan hati kepada anak Bapak/Ibu meluangkan sedikit waktu \pm 15-20 menit untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan yang saya

ajukan. Penelitian ini tidak akan menimbulkan penyakit atau membahayakan nyawa anak Bapak/Ibu. Sebelum pengambilan darah anak Bapak/Ibu disarankan dalam keadaan rileks selama 5 menit. Hal ini menghindari terjadinya memar atau membiru di kulit, apabila hal tersebut terjadi maka dapat diatasi dengan mengompres lengan dengan air hangat selama beberapa menit. Penelitian ini bersifat sukarela dan tidak ada unsur paksaan. Partisipasi anak Bapak/Ibu dalam penelitian ini, juga tidak akan dipergunakan dalam hal-hal yang bisa merugikan anak Bapak/Ibu dalam bentuk apapun. Data dan informasi yang anak Bapak/Ibu berikan dapat saya jamin kerahasiaannya yaitu dengan tidak mencantumkan identitas subyek dan data tersebut hanya akan saya gunakan untuk kepentingan penelitian, pendidikan, dan ilmu pengetahuan. Maka dari itu, Bapak/Ibu tidak perlu takut atau ragu-ragu untuk menjadi subjek penelitian ini.

Apabila ada informasi yang belum jelas, Bapak/Ibu dapat menghubungi saya Ulil Albab, Program Studi Ilmu Gizi, No. HP 08567920806 dan dokter yang bertanggung jawab yaitu dr. Aryu Candra, M.Kes.Epid, No. HP 08122934424. Demikian penjelasan dari saya. Terimakasih atas perhatian dan kerjasama anak Bapak/Ibu dalam penelitian ini.

Setelah mendengar dan memahami penjelasan penelitian, dengan ini saya menyatakan

SETUJU / TIDAK SETUJU

Untuk ikut sebagai responden/sampel penelitian

Semarang, 2017

Saksi :

Nama terang

Orang tua : Siswa :

Alamat : Alamat:

Lampiran 2. Ethical Clearance



**KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
DAN RSUP dr KARIADI SEMARANG**
Sekretariat : Kantor Dekanat Lama FK Undip Lt.1
Jl. Dr. Soetomo 18. Semarang
Telp/Fax. 024-76928010/024-76928011, Pes. 7820



ETHICAL CLEARANCE **No. 418/EC/FK-RSDK/VII/2017**

Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro-RSUP. Dr. Kariadi Semarang, setelah membaca dan menelaah Usulan Penelitian dengan judul :

HUBUNGAN RASIO MOLAR FITAT : SENG DENGAN KADAR SENG SERUM PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR DI PESISIR KOTA SEMARANG

Peneliti Utama : *Ulil Albab*

Pembimbing : 1. dr. Aryu Candra, M.Kes.Epid
2. Ninik Rustanti, STP, M.Si

Penelitian : Dilaksanakan di SD Bangunsari, SDN Bandarharjo 01, SDN Bandarharjo 02 Semarang

Setuju untuk dilaksanakan, dengan memperhatikan prinsip-prinsip yang dinyatakan dalam Deklarasi Helsinki, 1975, yang diamandemen di Seoul 2008 dan Pedoman Nasional Etik Penelitian Kesehatan (PNEPK) Departemen Kesehatan RI 2011.

Penelitian harus melampirkan 2 kopi lembar Informed Consent yang telah disetujui dan ditanda tangani oleh peserta penelitian pada laporan penelitian.

Peneliti diwajibkan menyerahkan :

- Laporan kemajuan penelitian (*clinical trial*)
- Laporan kejadian efek samping jika ada
- ✓ - Laporan ke KEPK jika penelitian sudah selesai & dilampiri Abstrak Penelitian

Semarang, 05 JUL 2017

Komis Etik Penelitian Kesehatan
Fakultas Kedokteran Undip-RS. Dr. Kariadi

Ketua

Prof. Dr. dr. Suprihati, M.Sc, Sp.THT-KL(K)

NIP. 500621 197703 2 001

Lampiran 3. Data Subjek

No	Nama	sekolah	kelas	JK	Tgl Lahir	Tgl Ukur	Seng Serum	Rasmol Fit:Zn	as protein	as kalsium	as besi	as tembaga	TB/U	IMT/U	Umur	as seng	as fitat
1	ZTM	BS	4	L	09-Nov-2006	28-Apr-2017	81.53	10.48488563	44.9374	375.0000	6.8321	0.7935	-2.58	-2.01	10.47	6.08	643.50
2	Alk	BS	4	L	07-Jun-2007	28-Apr-2017	131.32	13.14978809	59.5800	138.0000	6.3420	0.8201	-1.03	-0.29	9.90	6.62	878.50
3	Ar	BS	4	L	18-Jun-2007	28-Apr-2017	67.23	14.69555998	52.9315	318.0000	5.4130	0.7546	-1.51	-0.86	9.87	5.61	832.50
4	DA	BS	4	L	21-Jul-2007	28-Apr-2017	107.13	14.21173664	55.3150	421.0000	7.6075	0.8828	-1.30	-0.72	9.78	6.85	983.00
5	DP	BS	4	L	15-Jun-2006	28-Apr-2017	115.29	9.98355482	67.4095	514.0000	11.6425	1.0852	-0.36	-0.93	10.88	9.45	952.00
6	Eb	BS	5	L	18-Feb-2005	28-Apr-2017	86.30	18.35386930	40.6390	209.0000	5.2425	0.6559	-2.28	-1.64	12.20	4.09	757.00
7	MY	BS	5	L	04-Jan-2005	28-Apr-2017	55.24	12.51447732	96.2963	461.0000	10.1617	1.0455	-1.58	2.83	12.32	11.09	1.400.33
8	NA	BS	5	P	18-Agu-2006	28-Apr-2017	91.96	16.31389056	43.3646	159.0000	5.4300	0.6401	-1.91	-2.10	10.70	5.00	823.67
9	BD	BS	5	P	05-Sep-2005	28-Apr-2017	73.44	11.22225869	35.9307	148.0000	3.5846	0.3750	-1.34	-2.01	11.65	3.39	383.67
10	AW	BS	5	P	02-Agu-2004	28-Apr-2017	148.46	9.19535067	70.4313	101.0000	6.0947	0.6548	-0.89	-0.01	12.75	8.47	786.33
11	NR	BS	5	L	09-Apr-2006	28-Apr-2017	118.91	15.64658950	72.5707	300.0000	9.0257	0.9970	-0.62	2.46	11.06	9.61	1.517.00
12	MR	BS	5	L	12-Mei-2006	28-Apr-2017	115.89	17.04082354	66.1591	168.0000	4.5469	0.5954	0.01	-1.21	10.97	6.84	1.176.67
13	Silv	B01	4	P	21-Apr-2006	03-Mei-2017	129.28	25.86781000	44.5090	265.0000	5.6045	0.9608	-1.38	0.95	11.04	4.78	1.249.00
14	ZAA	B01	4	P	24-Jul-2006	03-Mei-2017	101.96	13.65917843	47.4433	168.0000	3.4707	0.5484	-2.30	-1.87	10.78	4.48	618.00
15	NU	B01	4	P	17-Mar-2007	03-Mei-2017	82.56	11.41664852	59.8383	326.0000	6.3663	0.6632	-0.24	-1.52	10.14	8.41	969.00
16	SulAI	B01	5	L	23-Nov-2005	03-Mei-2017	128.11	8.88040059	49.3460	116.0000	4.4640	0.5068	-1.18	1.90	11.45	5.43	486.33
17	SAFR	B01	5	P	20-Jul-2006	03-Mei-2017	70.55	9.18805000	46.4357	300.0000	6.9133	0.5290	-0.22	2.79	10.79	4.53	419.67
18	Kaf	B01	5	L	14-Jul-2006	03-Mei-2017	82.47	14.12248525	47.3950	345.0000	5.8394	0.7631	-1.04	0.17	10.81	4.71	671.33
19	GP	B01	5	L	04-Okt-2006	03-Mei-2017	107.95	16.72056360	25.0833	129.0000	2.6040	0.4446	-2.25	-2.11	10.59	2.66	448.00
20	NC	B01	5	P	14-Des-2004	03-Mei-2017	91.10	13.87832025	61.8585	298.0000	8.0423	0.9364	-1.36	0.52	12.39	6.66	933.00
21	Fik	B01	5	L	23-Feb-2006	03-Mei-2017	125.09	18.30638070	39.0787	178.0000	5.2670	0.9112	-1.27	-1.27	11.20	4.27	788.67
22	AK	B01	5	L	22-Jan-2006	03-Mei-2017	99.11	11.11034483	44.4297	110.0000	4.2460	0.5549	-1.07	-2.06	11.28	5.69	638.00
23	MW	B01	5	P	05-Agu-2005	03-Mei-2017	63.49	16.02693115	63.9083	302.0000	7.6613	0.9371	-1.51	0.03	11.75	6.05	978.00
24	ADR	B01	5	L	31-Agu-2006	03-Mei-2017	62.45	12.30546384	39.9472	102.0000	4.1264	0.4151	-1.16	1.06	10.68	3.76	467.33
25	MA	B02	4	P	09-Mar-2007	02-Mei-2017	65.19	23.54415518	38.4180	177.0000	6.3880	0.8545	-0.78	1.16	10.16	4.36	1.035.00
26	RRA	B02	4	L	30-Mar-2007	02-Mei-2017	90.81	5.40382900	49.9365	281.0000	9.0772	1.1954	-0.59	0.41	10.10	22.65	1.235.00

27	RA	B02	4	L	21-Apr-2007	02-Mei-2017	95.14	17.84450000	47.9218	124.0000	4.4695	0.6633	-0.15	2.52	10.04	4.87	877.00
28	SSP	B02	4	P	03-Sep-2006	02-Mei-2017	68.54	19.86587277	57.4917	150.0000	6.3256	0.8523	-1.80	-0.69	10.67	6.47	1.297.00
29	RAP	B02	4	L	30-Mei-2005	02-Mei-2017	82.16	9.45139800	49.7665	194.0000	5.5900	0.4996	-3.20	-0.72	11.93	5.66	540.00
30	RBA	B02	4	L	29-Jan-2007	02-Mei-2017	98.27	15.39171326	43.2444	106.0000	4.9759	0.5165	-1.02	0.80	10.26	3.79	588.67
31	YR	B02	4	P	13-Jul-2007	02-Mei-2017	132.70	15.98234368	41.0775	241.0000	5.6375	0.5210	-1.64	-0.40	9.81	4.03	650.00
32	SR	B02	4	P	09-Okt-2006	02-Mei-2017	129.17	16.12616959	40.7290	392.0000	6.0965	0.5366	-1.56	-1.27	10.57	4.47	728.00
33	FB	B02	4	L	01-Jan-2007	02-Mei-2017	77.53	14.73061791	55.4825	314.0000	5.3165	0.5733	-1.23	-0.49	10.34	6.03	897.00
34	EY	B02	4	L	05-Okt-2006	02-Mei-2017	108.22	17.51613401	37.2400	127.0000	3.9968	0.4472	-1.87	0.49	10.58	4.24	749.50
35	HN	B02	5	P	22-Mei-2006	02-Mei-2017	108.22	10.29631002	29.3595	261.0000	4.6208	0.4574	-2.21	1.17	10.95	3.88	403.50
36	BP	B02	5	L	31-Agu-2005	02-Mei-2017	68.54	17.11833588	31.6789	269.0000	3.7320	0.6499	-2.73	-0.50	11.68	3.33	576.00
37	Nat	B02	5	L	02-Mei-2006	02-Mei-2017	70.83	17.20263998	44.8613	113.0000	4.5636	0.7000	-0.46	2.72	11.01	4.96	861.00
38	Mor	B02	5	L	10-Jan-2006	02-Mei-2017	77.85	17.89421667	25.1595	152.0000	3.7140	0.4161	-1.30	-1.07	11.32	2.77	499.50
39	Il	B02	5	P	24-Jun-2006	02-Mei-2017	85.79	21.32386595	38.1105	153.0000	7.5128	0.5583	-0.92	-0.48	10.86	3.85	829.00
40	BEP	B02	5	L	01-Sep-2006	02-Mei-2017	92.55	16.36582000	59.0561	250.0000	5.4125	0.6583	-0.19	2.06	10.67	6.86	1.132.50
41	AW	B02	5	L	14-Jul-2005	02-Mei-2017	120.96	14.50766164	38.5385	179.0000	4.2678	0.4351	-0.96	-2.74	11.81	4.10	600.50
42	Mfer	B02	5	L	11-Sep-2005	02-Mei-2017	88.75	12.89181168	50.4823	146.0000	4.6117	1.8667	-0.84	1.31	11.65	6.13	797.00
43	NabChel	B02	5	P	10-Okt-2005	02-Mei-2017	90.81	16.41056481	30.0765	267.0000	5.1630	0.6917	-1.26	-0.26	11.57	3.90	645.67
44	NS	B02	5	P	24-Apr-2006	02-Mei-2017	106.86	11.21231423	39.7414	198.0000	4.1350	0.4142	-2.88	-1.57	11.03	4.59	519.33
45	FD	B02	5	L	13-Sep-2005	02-Mei-2017	63.49	14.29829972	31.3520	77.0000	2.7935	0.3505	-0.69	-0.89	11.64	3.18	459.00
46	Zaf	B02	5	L	22-Mei-2006	02-Mei-2017	50.49	22.99336301	33.8117	272.0000	6.9607	0.7995	-0.12	1.08	10.95	4.07	944.33
47	ND	B02	5	P	18-Des-2005	02-Mei-2017	83.68	5.37406142	43.5280	501.0000	2.6590	0.2572	-0.20	1.22	11.38	4.73	256.50
48	BAS	B02	5	L	29-Jul-2006	02-Mei-2017	96.52	13.18117280	48.0316	164.0000	4.9589	0.9338	-0.87	0.26	10.77	4.78	636.00
49	AA	B02	5	P	29-Mei-2006	02-Mei-2017	98.77	12.34956170	41.0805	76.0000	3.4745	0.4338	-1.59	-0.05	10.93	3.88	483.50
50	AAP	B02	5	P	10-Mar-2006	02-Mei-2017	103.85	10.47013842	26.3249	253.0000	3.2295	0.3463	-2.46	-0.31	11.15	3.02	319.00

Lampiran 4. Analisis Hasil Statistik

1. Analisis Deskriptif

			Descriptives			
jenis kelamin			Statistic	Std. Error		
zinc serum	1	Mean	92.2043	4.09799		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 83.8230	Upper Bound 1.0059E2		
		5% Trimmed Mean	92.3202			
		Median	91.6800			
		Variance	503.806			
		Std. Deviation	2.24456E1			
		Minimum	50.49			
		Maximum	131.32			
		Range	80.83			
		Interquartile Range	34.13			
		Skewness	.003	.427		
		Kurtosis	-.908	.833		
			2	Mean	96.3190	5.40409
				95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 85.0081	Upper Bound 1.0763E2
				5% Trimmed Mean	95.2461	
Median	91.5300					
Variance	584.084					
Std. Deviation	2.41678E1					
Minimum	63.49					
Maximum	148.46					
Range	84.97					
Interquartile Range	32.16					
Skewness	.590			.512		
Kurtosis	-.361			.992		

rasio molar fitat:seng	1	Mean	1.4477281	.649921543	
			240E1	08	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.3148042	
			435E1		
			Upper Bound	1.5806520	
			045E1		
		5% Trimmed Mean	1.4529781		
			860E1		
		Median	1.4601610		
			810E1		
		Variance	12.672		
		Std. Deviation	3.5597668		
			9752E0		
		Minimum	5.4038290		
			0E0		
Maximum	2.2993363				
	0E1				
Range	1.7589534				
	0E1				
Interquartile Range	4.6771879				
	6E0				
Skewness	-.290	.427			
Kurtosis	.751	.833			
2		Mean	1.4486189	1.15942199	
			802E1	238E0	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.2059491	
			683E1		
			Upper Bound	1.6912887	
			921E1		
		5% Trimmed Mean	1.4360106		
	923E1				
Median	1.3768749				
	340E1				
Variance	26.885				

		Std. Deviation	5.1850927 7913E0	
		Minimum	5.3740614 2E0	
		Maximum	2.5867810 0E1	
		Range	2.0493748 6E1	
		Interquartile Range	5.7307138 8E0	
		Skewness	.594	.512
		Kurtosis	.054	.992
asupan protein	1	Mean	4.825607E 1	2.6902020E 0
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 4.275399E 1	
			Upper Bound 5.375815E 1	
		5% Trimmed Mean	4.731249E 1	
		Median	4.765840E 1	
		Variance	217.116	
		Std. Deviation	1.4734843 E1	
		Minimum	25.0833	
		Maximum	96.2963	
		Range	71.2130	
		Interquartile Range	16.4132	
		Skewness	1.156	.427
		Kurtosis	2.748	.833
	2	Mean	4.667095E 1	3.6150117E 0

		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.910464E1	
			Upper Bound	5.423726E1	
		5% Trimmed Mean		4.508188E1	
		Median		4.222255E1	
		Variance		261.366	
		Std. Deviation		1.6166824E1	
		Minimum		26.3249	
		Maximum		95.6203	
		Range		69.2954	
		Interquartile Range		16.7922	
		Skewness		1.630	.512
		Kurtosis		3.396	.992
asupan kalsium	1	Mean		2.217333E2	2.1276231E1
				2	1
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.782186E2	
			Upper Bound	2.652481E2	
		5% Trimmed Mean		2.140556E2	
		Median		1.785000E2	
		Variance		1.358E4	
		Std. Deviation		1.1653472E2	
		Minimum		77.0000	
		Maximum		5.1400E2	
		Range		4.3700E2	
		Interquartile Range		1.7725E2	

		Skewness	.935	.427
		Kurtosis	.061	.833
2		Mean	2.401500E2	2.3590952E1
		95% Confidence Interval for Mean	1.907736E2	
		Lower Bound		
		Upper Bound	2.895264E2	
		5% Trimmed Mean	2.347778E2	
		Median	2.470000E2	
		Variance	1.113E4	
		Std. Deviation	1.0550195E2	
		Minimum	76.0000	
		Maximum	5.0100E2	
		Range	4.2500E2	
		Interquartile Range	1.4700E2	
		Skewness	.687	.512
		Kurtosis	.469	.992
asupan besi	1	Mean	5.593377E0	.3840503
		95% Confidence Interval for Mean	4.807906E0	
		Lower Bound		
		Upper Bound	6.378848E0	
		5% Trimmed Mean	5.447304E0	
		Median	5.109200E0	
		Variance	4.425	
		Std. Deviation	2.1035303E0	

		Minimum	2.6040	
		Maximum	11.6425	
		Range	9.0385	
		Interquartile Range	2.2022	
		Skewness	1.318	.427
		Kurtosis	1.588	.833
2		Mean	5.420495E 0	.3549923
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 4.677488E 0	
			Upper Bound 6.163502E 0	
		5% Trimmed Mean	5.428256E 0	
		Median	5.621000E 0	
		Variance	2.520	
		Std. Deviation	1.5875737 E0	
		Minimum	2.6590	
		Maximum	8.0423	
		Range	5.3833	
		Interquartile Range	2.6604	
		Skewness	-.151	.512
		Kurtosis	-.994	.992
asupan tembaga	1	Mean	.731030	.0562871
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound .615910	
			Upper Bound .846150	
		5% Trimmed Mean	.700313	
		Median	.660800	
		Variance	.095	
		Std. Deviation	.3082973	
		Minimum	.3505	

		Maximum	1.8667	
		Range	1.5162	
		Interquartile Range	.3849	
		Skewness	1.817	.427
		Kurtosis	5.185	.833
	2	Mean	.635525	.0622174
		95% Confidence Interval for Lower Bound	.505302	
		Mean Upper Bound	.765748	
		5% Trimmed Mean	.609694	
		Median	.553350	
		Variance	.077	
		Std. Deviation	.2782449	
		Minimum	.2572	
		Maximum	1.4788	
		Range	1.2216	
		Interquartile Range	.3724	
		Skewness	1.512	.512
		Kurtosis	3.298	.992
Z-score TB/U	1	Mean	-1.1813	.14620
		95% Confidence Interval for Lower Bound	-1.4803	
		Mean Upper Bound	-.8823	
		5% Trimmed Mean	-1.1417	
		Median	-1.0550	
		Variance	.641	
		Std. Deviation	.80077	
		Minimum	-3.20	
		Maximum	.01	
		Range	3.21	
		Interquartile Range	.92	
		Skewness	-.804	.427
		Kurtosis	.338	.833
	2	Mean	-1.4225	.16543

		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-1.7688	
			Upper Bound	-1.0762	
		5% Trimmed Mean		-1.4094	
		Median		-1.4450	
		Variance		.547	
		Std. Deviation		.73983	
		Minimum		-2.88	
		Maximum		-.20	
		Range		2.68	
		Interquartile Range		.98	
		Skewness		.029	.512
		Kurtosis		-.326	.992
Z-score IMT/U	1	Mean		.0187	.28761
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-.5696	
			Upper Bound	.6069	
		5% Trimmed Mean		.0061	
		Median		-.3900	
		Variance		2.482	
		Std. Deviation		1.57530	
		Minimum		-2.74	
		Maximum		2.83	
		Range		5.57	
		Interquartile Range		2.24	
		Skewness		.295	.427
		Kurtosis		-.879	.833
	2	Mean		-.2350	.28757
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-.8369	
			Upper Bound	.3669	
		5% Trimmed Mean		-.2994	
		Median		-.2850	
		Variance		1.654	
		Std. Deviation		1.28604	

		Minimum	-2.10	
		Maximum	2.79	
		Range	4.89	
		Interquartile Range	2.30	
		Skewness	.446	.512
		Kurtosis	.012	.992
asupan seng	1	Mean	6.0057	.67836
		95% Confidence Interval for Lower Bound	4.6183	
		Mean Upper Bound	7.3931	
		5% Trimmed Mean	5.4794	
		Median	5.1931	
		Variance	13.805	
		Std. Deviation	3.71551	
		Minimum	2.66	
		Maximum	22.65	
		Range	19.99	
		Interquartile Range	2.59	
		Skewness	3.353	.427
		Kurtosis	14.052	.833
	2	Mean	4.9476	.33876
		95% Confidence Interval for Lower Bound	4.2386	
		Mean Upper Bound	5.6567	
		5% Trimmed Mean	4.8588	
		Median	4.5047	
		Variance	2.295	
		Std. Deviation	1.51498	
		Minimum	3.02	
		Maximum	8.47	
		Range	5.45	
		Interquartile Range	1.90	
		Skewness	1.311	.512
		Kurtosis	1.113	.992

asupan fitat	1	Mean		8.0111E2	50.97120
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6.9686E2	
			Upper Bound	9.0535E2	
		5% Trimmed Mean		7.8291E2	
		Median		7.7283E2	
		Variance		7.794E4	
		Std. Deviation		2.79181E2	
		Minimum		448.00	
		Maximum		1517.00	
		Range		1069.00	
		Interquartile Range		360.75	
		Skewness		.892	.427
		Kurtosis		.393	.833
			2	Mean	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5.7598E2	
			Upper Bound	8.5670E2	
		5% Trimmed Mean		7.0963E2	
		Median		6.8900E2	
		Variance		8.994E4	
		Std. Deviation		2.99904E2	
		Minimum		256.50	
		Maximum		1297.00	
		Range		1040.50	
		Interquartile Range		524.37	
		Skewness		.328	.512
		Kurtosis		-.685	.992

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
zinc serum	.063	50	.200*	.980	50	.538
rasio molar fitat:seng	.080	50	.200*	.981	50	.574
asupan protein	.145	50	.010	.904	50	.001
asupan kalsium	.153	50	.005	.928	50	.005
asupan besi	.116	50	.089	.939	50	.012
asupan tembaga	.140	50	.016	.879	50	.000
Z-score TB/U	.088	50	.200*	.968	50	.190
Z-score IMT/U	.088	50	.200*	.964	50	.127
asupan seng	.218	50	.000	.640	50	.000
asupan fitat	.098	50	.200*	.970	50	.222

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

2. Uji Korelasi

A. Uji Rank-Spearman

Correlations

			zinc serum	asupan protein	asupan kalsium	asupan tembaga	asupan seng
Spearman's rho	zinc serum	Correlation Coefficient	1.000	.068	-.128	-.053	.110
		Sig. (2-tailed)	.	.638	.377	.714	.448
		N	50	50	50	50	50
	asupan protein	Correlation Coefficient	.068	1.000	.293*	.606**	.920**
		Sig. (2-tailed)	.638	.	.039	.000	.000
		N	50	50	50	50	50
	asupan kalsium	Correlation Coefficient	-.128	.293*	1.000	.387**	.364**
		Sig. (2-tailed)	.377	.039	.	.006	.009
		N	50	50	50	50	50

asupan tembaga	Correlation Coefficient	-.053	.606**	.387**	1.000	.665**
	Sig. (2-tailed)	.714	.000	.006	.	.000
	N	50	50	50	50	50
asupan seng	Correlation Coefficient	.110	.920**	.364**	.665**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.448	.000	.009	.000	.
	N	50	50	50	50	50

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

B. Uji Pearson

		zinc serum	rasio molar fitat:seng	asupan besi	Z-score TB/U	Z-score IMT/U	asupan fitat
zinc serum	Pearson Correlation	1	-.102	-.028	-.039	-.176	-.002
	Sig. (2-tailed)		.480	.845	.787	.221	.988
	N	50	50	50	50	50	50
rasio molar fitat:seng	Pearson Correlation	-.102	1	-.015	.048	.013	.392**
	Sig. (2-tailed)	.480		.919	.739	.928	.005
	N	50	50	50	50	50	50
asupan besi	Pearson Correlation	-.028	-.015	1	.235	.237	.684**
	Sig. (2-tailed)	.845	.919		.100	.098	.000
	N	50	50	50	50	50	50
Z-score TB/U	Pearson Correlation	-.039	.048	.235	1	.429**	.322*
	Sig. (2-tailed)	.787	.739	.100		.002	.023
	N	50	50	50	50	50	50
Z-score IMT/U	Pearson Correlation	-.176	.013	.237	.429**	1	.268
	Sig. (2-tailed)	.221	.928	.098	.002		.060
	N	50	50	50	50	50	50
asupan fitat	Pearson Correlation	-.002	.392**	.684**	.322*	.268	1
	Sig. (2-tailed)	.988	.005	.000	.023	.060	
	N	50	50	50	50	50	50

Correlations

		zinc serum	rasio molar fitat:seng	asupan besi	Z-score TB/U	Z-score IMT/U	asupan fitat
zinc serum	Pearson Correlation	1	-.102	-.028	-.039	-.176	-.002
	Sig. (2-tailed)		.480	.845	.787	.221	.988
	N	50	50	50	50	50	50
rasio molar fitat:seng	Pearson Correlation	-.102	1	-.015	.048	.013	.392**
	Sig. (2-tailed)	.480		.919	.739	.928	.005
	N	50	50	50	50	50	50
asupan besi	Pearson Correlation	-.028	-.015	1	.235	.237	.684**
	Sig. (2-tailed)	.845	.919		.100	.098	.000
	N	50	50	50	50	50	50
Z-score TB/U	Pearson Correlation	-.039	.048	.235	1	.429**	.322*
	Sig. (2-tailed)	.787	.739	.100		.002	.023
	N	50	50	50	50	50	50
Z-score IMT/U	Pearson Correlation	-.176	.013	.237	.429**	1	.268
	Sig. (2-tailed)	.221	.928	.098	.002		.060
	N	50	50	50	50	50	50
asupan fitat	Pearson Correlation	-.002	.392**	.684**	.322*	.268	1
	Sig. (2-tailed)	.988	.005	.000	.023	.060	
	N	50	50	50	50	50	50

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3. Uji Chi Square

A. Uji Continuity Correction

1) Hubungan kadar seng serum dengan jenis kelamin

Crosstab

			zinc serum		Total
			rendah	normal	
jenis kelamin	laki-laki	Count	5	25	30
		Expected Count	4.2	25.8	30.0
		% within jenis kelamin	16.7%	83.3%	100.0%
	perempuan	Count	2	18	20
		Expected Count	2.8	17.2	20.0
		% within jenis kelamin	10.0%	90.0%	100.0%
Total	Count	7	43	50	
	Expected Count	7.0	43.0	50.0	
	% within jenis kelamin	14.0%	86.0%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	Df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.443 ^a	1	.506		
Continuity Correction ^b	.062	1	.803		
Likelihood Ratio	.459	1	.498		
Fisher's Exact Test				.687	.410
N of Valid Cases ^b	50				

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.80.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for jenis kelamin (laki-laki / perempuan)	1.800	.313	10.339
For cohort zinc serum = rendah	1.667	.358	7.768
For cohort zinc serum = normal	.926	.746	1.150
N of Valid Cases	50		