

**APLIKASI TEKNIK AAN DAN SSA DALAM PENENTUAN
NILAI ASUPAN HARIAN UNSUR Ca, Fe DAN Zn
PADA ANAK USIA SEKOLAH DI KOTA BANDUNG**

Widya Dwi Ariyani¹, Muhayatun Santoso², Katharina Oginawati¹, Diah Dwiana L.², Endah Damastuti², Syukria Kurniawati², Natalia Adventini², Woro Yatu Niken S.²

¹Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB Ganesha 10, Bandung, Indonesia

²Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN Tamansari 71, Bandung, Indonesia
Email: hayat@bdg.centrin.net.id

ABSTRAK

APLIKASI TEKNIK AAN DAN SSA DALAM PENENTUAN NILAI ASUPAN HARIAN UNSUR Ca, Fe DAN Zn PADA ANAK USIA SEKOLAH DI KOTA BANDUNG. Unsur gizi mikro yang terkandung dalam makanan memiliki peran penting dalam proses metabolisme di dalam tubuh manusia, sehingga defisiensi unsur gizi mikro dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan penyakit kronik. Anak-anak merupakan populasi yang rentan menderita defisiensi mikronutrien yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Defisiensi mikronutrien telah lama terjadi di Indonesia namun belum terselesaikan dan data status nutrisi anak-anak Indonesia masih sangat terbatas. Untuk itu melalui penelitian ini dilakukan penentuan asupan harian unsur mikronutrien Ca, Fe dan Zn pada anak-anak usia sekolah. Pengambilan sampel makanan dilakukan menggunakan metode *duplicate diet* dan penentuan unsur Fe dan Zn dilakukan menggunakan metode Analisis Aktivasi Neutron (AAN) sedang unsur Ca ditentukan menggunakan metode Spektrometri Serapan Atom (SSA). Dari hasil analisis diperoleh kadar unsur Ca, Fe dan Zn dalam sampel makanan masing-masing berkisar antara 307–1991; 10,1–95,5 dan 11,9–29,4 mg/kg, dengan nilai rata-rata asupan harian unsur Ca, Fe dan Zn adalah 228; 9,3 dan 4,6 mg/hari yang hanya memenuhi 28%, 74% dan 39% dari AKG (angka kecukupan gizi). Dari hasil yang diperoleh, teramati adanya defisiensi unsur-unsur tersebut pada anak usia sekolah di kota Bandung. Hasil ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan informasi bagi pihak yang berwenang dalam perencanaan dan pengambilan kebijakan terkait dalam upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia yang akan datang.

Kata kunci : asupan harian, anak-anak, AAN, SSA, mikronutrien

ABSTRACT

THE APPLICATION OF NAA AND ASS TECHNIQUES ON DETERMINATION OF DAILY DIETARY INTAKE OF Ca, Fe AND Zn IN SCHOOL-AGED CHILDREN IN BANDUNG CITY. Micronutrient elements contained in foods have an important role in the metabolism process in human body, so micronutrient element deficiencies can cause health problems and chronic diseases. Children are the population that generally more vulnerable in suffering of micronutrient deficiencies which have significant affects on their growth and development. Micronutrient deficiencies have long been happening in Indonesia but were not solved and the nutrition status data of children in Indonesia is still limited. Therefore, through this research the daily dietary intake of Ca, Fe and Zn micronutrient in school-aged children has been determined. Food sampling was carried out using duplicate diet method and the Fe and Zn elements were determined using Neutron Activation Analysis (NAA) while the Ca was determined using Atomic Absorption Spectrometry (AAS) method. The analysis results show the range concentration of Ca, Fe and Zn in food samples obtained were 307–1991; 10,1–95,5 and 11,9–29,4 mg/kg respectively, while the average of Ca, Fe and Zn daily intake were 228; 9.3 and 4.6 mg/day and they were only fulfill 28%, 74% and 39% of AKG (adequate value of nutrient). The Ca, Fe and Zn deficiencies were observed on school-aged children in Bandung. This result is expected to give description and information to the authority on planning and policies taking as efforts in quality improvement of the next human resources.

Keywords: daily intake, children, NAA, AAS, micronutrient

1. PENDAHULUAN

Manusia memerlukan zat gizi yang dapat diklasifikasikan ke dalam lima kelompok besar, yaitu karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Berdasarkan pada jumlah yang dibutuhkan tubuh, karbohidrat, protein dan lemak disebut zat gizi makro, sedangkan vitamin dan mineral disebut gizi mikro. Gizi makro diperlukan tubuh dalam jumlah yang lebih besar dari pada gizi mikro (1). Gizi mikro, yaitu vitamin dan mineral berfungsi dalam pengaturan dan pemeliharaan proses biokimia, antara lain aktivitas enzim, pembekuan darah, pengangkutan molekul melalui membran sel, dan pembentukan struktur organ. Selain itu, vitamin dan mineral berperan dalam metabolisme zat gizi makro, fertilitas, oksidasi, fosforilasi, dan reproduksi. Mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah lebih besar dari 100 mg/hari disebut makromineral, misalnya: Ca, P, Na, K, dan Mg, sebaliknya mikromineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah kurang dari 100 mg/hari, misalnya: Fe, Zn, I, Se, Cu, dan Mn (2).

Besi merupakan unsur mikro yang berfungsi dalam produksi hemoglobin (Hb) dan merupakan bagian dari enzim oksidatif, dalam transportasi dan pendayagunaan oksigen. Defisiensi Fe dapat terjadi jika konsumsi makanan kurang seimbang dan terjadi gangguan absorpsi Fe, pendarahan akibat cacingan, serta luka yang diakibatkan oleh penyakit yang mengganggu absorpsi. Defisiensi Fe bisa menyebabkan anemia karena rendahnya Hb.

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh. Kalsium mempunyai peran yang penting

dalam tubuh, yaitu pembentukan tulang dan gigi, pengaturan fungsi sel pada cairan ekstraseluler dan intraseluler, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah, dan menjaga permeabilitas membran sel. Selain itu, kalsium juga mengatur pekerjaan hormon dan faktor pertumbuhan (3). Nilai asupan kalsium yang sangat rendah dapat berkontribusi pada pengembangan rakitis pada bayi dan anak-anak, khususnya mereka yang mengkonsumsi makanan yang sangat terbatas (4).

Seng (Zn) merupakan salah satu unsur esensial dalam mendukung pertumbuhan secara optimal. Gejala defisiensi unsur seng pada anak meliputi terhambatnya pertumbuhan dan penambahan berat badan, anorexia, hypogeusia, dan rusaknya ketahanan tubuh (5).

Defisiensi unsur mikronutrien telah menjadi permasalahan kesehatan global dan mendapat perhatian dari masyarakat dunia (6). Defisiensi mikronutrien memberikan kontribusi pada tingginya tingkat kematian di seluruh dunia (7). Anak-anak yang merupakan aset sumber daya manusia dan generasi penerus adalah kelompok yang rentan terhadap defisiensi mikronutrien (8,9), sehingga untuk menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas, kebutuhan dasar akan pangan dan gizi yang baik perlu dipenuhi terlebih dulu agar anak dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.

Sampai saat ini data akan status nutrisi orang Indonesia terutama anak-anak masih sangat terbatas, untuk itu perlu

dilakukan penentuan nilai asupan harian unsur mikronutrien (Ca, Fe dan Zn) pada anak-anak usia sekolah, sehingga dapat diketahui status nutrisi pada anak-anak.

Kadar unsur runtuhan dalam makanan umumnya sangat rendah, sehingga untuk penentuannya dibutuhkan teknik analisis yang memiliki selektivitas dan sensitivitas yang baik, seperti Analisis Aktivasi Neutron (AAN) dan Spektrometri Serapan Atom (SSA). Untuk menjamin kualitas hasil pengujian, maka verifikasi metode dilakukan dengan menganalisis bahan acuan standar SRM NIST 1548a *Typical Diet*. Kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk memprakirakan asupan unsur gizi mikro Ca, Fe dan Zn yang masuk ke dalam tubuh anak melalui makanan (*daily dietary intake*).

2. BAHAN DAN TATA KERJA

2.1. Pengambilan sampel makanan siap santap

Untuk memperkirakan besarnya asupan harian unsur mikronutrien, dilakukan pengambilan sampel makanan siap santap menggunakan metode *duplicate diet*. Sampel makanan siap santap yang dikumpulkan berupa makanan yang dikonsumsi anak selama satu hari meliputi sarapan, makan siang, makan malam, air minum, susu, buah-buahan, jajanan dan lain-lain. Pengambilan sampel dilakukan pada 21 orang anak usia sekolah yang dipilih secara acak dari berbagai sekolah dasar yang tersebar di kota Bandung. Sampel setiap jenis makanan dalam 1 porsi cuplikan makanan siap santap ditaruh dalam

wadah yang terpisah. Sampel makanan yang tidak dapat langsung dipreparasi, didinginkan dalam lemari es supaya kualitasnya tetap terjaga.

2.2. Preparasi sampel makanan siap santap

Setiap jenis makanan dalam satu sampel ditimbang satu per satu lalu dicampur dan dihaluskan dengan *blender* bermata titan. Penimbangan tiap jenis makanan dilakukan untuk menghitung kalori total dari setiap sampel makanan. Sampel makanan yang telah halus kemudian dimasukkan ke dalam labu bundar berukuran 250 mL dan ditimbang. Sampel dalam labu bundar didinginkan di dalam *freezer* pada suhu -40°C selama satu malam. Labu yang berisi sampel makanan selanjutnya dikering-bekukan dengan bantuan pompa vakum dan suhu pengering-beku diatur pada -55°C . Pengeringan pertama dilakukan selama 2×24 jam, setelah alat diistirahatkan, pengeringan dilanjutkan hingga diperoleh berat cuplikan yang konstan. Sampel makanan yang telah kering, dihaluskan menggunakan lumpang dan alu berbahan teflon di dalam ruang *laminar air flow*, kemudian dihomogenkan dengan cara dikocok dalam wadah plastik. Peralatan yang terbuat dari logam tidak digunakan dalam penelitian ini untuk menghindari kontaminasi unsur logam ke dalam sampel.

Sampel makanan yang telah halus dan homogen ditimbang sejumlah 100 mg dan ditempatkan dalam vial polietilen lalu disegel dengan cara pemanasan dan

sampel siap diiradiasi. Hal yang sama dilakukan pada bahan acuan standar NIST 1548a *Typical Diet* untuk digunakan sebagai kontrol kualitas hasil pengujian.

Untuk pengukuran menggunakan SSA, sampel makanan yang telah halus dan homogen ditimbang $\pm 0,5$ g, ditempatkan dalam *vessel* polietilen lalu ditambah 10 mL HNO_3 p.a 65%, 0,5 mL HClO_4 p.a 60%, 1 mL HF p.a 40% dan 1 mL H_3BO_3 . Sampel kemudian dilarutkan menggunakan *microwave digestion* pada suhu 200°C dan daya 1000 W selama 20 menit. Sampel makanan yang telah larut, dikisatkan di atas *hot plate* menggunakan *beaker nalgen* dan kemudian diencerkan dengan air suling dalam labu takar 25 mL. Sebagai kontrol kualitas hasil pengujian menggunakan SSA, tata kerja yang sama diterapkan pada bahan acuan standar NIST 1548a *Typical Diet*.

2.3. Pembuatan larutan standar untuk AAN

Larutan standar dipreparasi dengan melakukan pengenceran bertahap dari larutan standar stok 4000 mg/L, sehingga diperoleh konsentrasi akhir Fe dan Zn sebesar 10 dan 40 μg dalam 100 μL larutan standar. Sebanyak 100 μL larutan standar dipipet dan dimasukkan ke dalam vial polietilen untuk selanjutnya dikeringkan menggunakan lampu infra merah.

2.4. Pembuatan larutan standar seri untuk SSA

Larutan standar seri dibuat melalui pengenceran bertahap dari larutan standar stok 4000 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Konsentrasi larutan standar seri untuk Ca adalah 0,5; 1; 1,5; 2; 3

dan 4 $\mu\text{g}/\text{mL}$.

2.5. Iradiasi dan pengukuran sampel dengan AAN

Sampel, SRM dan standar yang telah disiapkan dalam vial, masing-masing dibungkus dengan aluminium foil dan disusun secara horizontal dalam kapsul *rabbit* yang terbuat dari aluminium. Iradiasi dilakukan menggunakan fasilitas iradiasi *Rabbit System* di Reaktor G.A. Siwabessy Serpong dengan daya 15 MW selama 1-2 jam. Sampel yang telah diiradiasi, didinginkan selama 1-2 bulan kemudian dicacah menggunakan spektrometer gamma HPGe, selama 50000 detik serta dilakukan kuantifikasi pada energi 1115,52 keV untuk Zn dan energi 1099,25 keV untuk Fe. Spektrum yang dihasilkan diolah menggunakan *software* Genie-2000.

2.6. Pengukuran sampel dengan SSA

Konsentrasi Ca pada sampel, standar dan bahan acuan standar (SRM) NIST 1548a *Typical Diet* diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom GBC 932AA metode *flame* pada panjang gelombang 422,7 nm. Setelah didapatkan nilai absorban maka dapat langsung diketahui nilai konsentrasi unsur Ca di dalam sampel melalui perbandingan dengan kurva larutan standar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memverifikasi metode analisis yang digunakan dan mengetahui keakuratan hasil pengujian dilakukan analisis SRM NIST 1548a *Typical Diet*. Bahan acuan standar ini diperlakukan sama sebagaimana

layaknya sampel. Hasil analisis unsur Ca, Fe dan Zn dalam SRM NIST 1548a *Typical Diet* tercantum pada Tabel 1.

Table 1. Hasil kendali mutu analisis SRM NIST 1548a *Typical Diet*

Unsur	Hasil (mg/kg)	Nilai Sertifikat (mg/kg)	% <i>rec.</i>	% CV
Ca	1907 ± 36	1967 ± 113	97	2
Fe	33,8 ± 2,5	35,3 ± 3,8	96	7
Zn	24,1 ± 2,4	24,6 ± 1,8	98	10

Dari Tabel 1 terlihat bahwa hasil analisis unsur Ca, Fe dan Zn pada SRM *Typical Diet* menunjukkan kesesuaian dengan nilai pada sertifikat serta memberikan presisi yang cukup baik, dengan nilai % perolehan kembali (% *rec*) berada pada rentang 96-98% dan presisi, % CV ≤ 10 %. Dengan demikian, metode analisis yang digunakan cukup sah dan data yang diperoleh dapat dipercaya.

Hasil penentuan unsur Ca, Fe dan Zn dalam sampel makanan siap santap anak-anak usia sekolah menggunakan SSA dan AAN disajikan pada Tabel 2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar unsur pada makanan siap santap anak usia sekolah di kota Bandung berada pada rentang 307 – 1991 mg/kg dengan rata-rata 917 ± 477 mg/kg untuk unsur Ca, 10,1 – 95,5 mg/kg dengan rata-rata 36,5 ± 22,5 mg/kg untuk unsur Fe dan 11,9 – 29,4 mg/kg dengan rata-rata 18,6 ± 4,6 mg/kg untuk unsur Zn.

Penentuan kadar unsur Ca menggunakan SSA menunjukkan presisi yang cukup baik, demikian juga halnya pada penentuan unsur Fe dan Zn menggunakan AAN. Hasil yang diperoleh pada Tabel 2 merupakan kadar unsur per berat kering

sampel makanan. Untuk memperoleh nilai asupan harian, maka kadar unsur per berat kering yang diperoleh dikonversikan kembali ke dalam berat basah.

Nilai asupan harian yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan angka kecukupan gizi (AKG) orang Indonesia untuk mengetahui apakah unsur mikro yang diasup telah memenuhi AKG ataupun sebaliknya. Besaran angka kecukupan gizi berbeda-beda menurut usia dan jenis kelamin. Angka kecukupan gizi unsur Ca, Fe dan Zn bagi orang Indonesia usia anak-anak sekolah (7-12 tahun) tercantum pada Tabel 3.

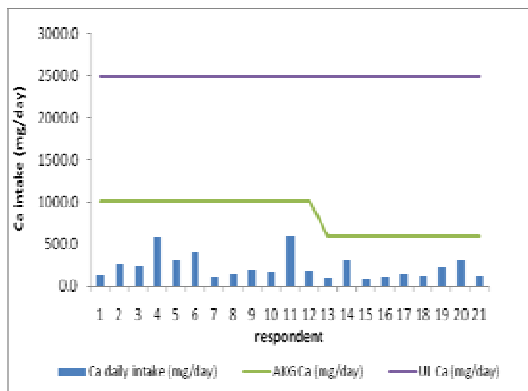
Tabel 2. Kadar unsur Ca, Fe, dan Zn dalam sampel makanan siap santap anak usia sekolah (nilai ± SD)

Responden	Kadar Unsur (mg/kg)		
	Ca	Fe	Zn
1	641 ± 55	10,1 ± 1,1	12,3 ± 0,8
2	947 ± 17	33,6 ± 1,0	14,5 ± 0,1
3	958 ± 112	23,7 ± 3,1	16,8 ± 0,4
4	494 ± 12	67,9 ± 39,6	19,0 ± 1,8
5	1940 ± 47	95,5 ± 28,7	12,8 ± 0,1
6	335 ± 101	39,5 ± 0,9	17,4 ± 1,1
7	470 ± 108	12,1 ± 1,4	13,9 ± 1,2
8	708 ± 88	25,1 ± 3,0	17,1 ± 1,1
9	307 ± 47	66,0 ± 12,9	17,4 ± 0,3
10	1176 ± 99	10,7 ± 1,9	15,0 ± 0,2
11	1391 ± 47	33,0 ± 5,3	21,3 ± 2,8
12	1449 ± 11	63,5 ± 4,1	11,9 ± 0,5
13	1991 ± 758	41,7 ± 2,6	29,4 ± 1,0
14	891 ± 54	23,0 ± 3,0	17,4 ± 1,2
15	758 ± 99	25,1 ± 1,2	25,1 ± 4,5
16	497 ± 80	43,5 ± 1,7	23,3 ± 2,2
17	894 ± 35	18,5 ± 2,0	21,0 ± 1,0
18	1015 ± 383	26,0 ± 0,8	18,6 ± 0,7
19	758 ± 144	61,3 ± 11,6	23,3 ± 0,8
20	1212 ± 20	28,8 ± 1,2	20,1 ± 0,3
21	422 ± 42	18,6 ± 0,1	23,3 ± 0,1

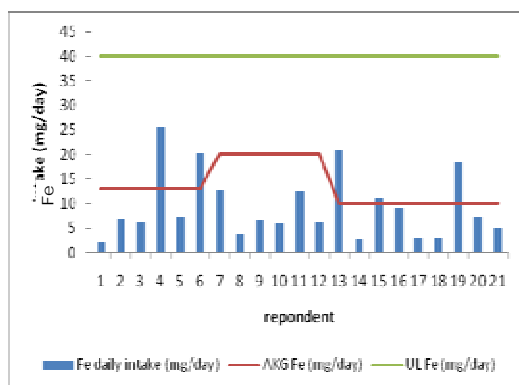
Tabel 3. Angka kecukupan gizi untuk orang Indonesia usia anak-anak sekolah (7-12 tahun) (10)

No	Kelompok Umur	Jenis Kelamin	AKG (mg/hari)		
			Ca	Fe	Zn
1	7-9 th	Laki-laki / Wanita	600	10	11,2
2	10 – 12 th	Laki-laki	1000	13	12,6
3	10-12 th	Wanita	1000	20	14

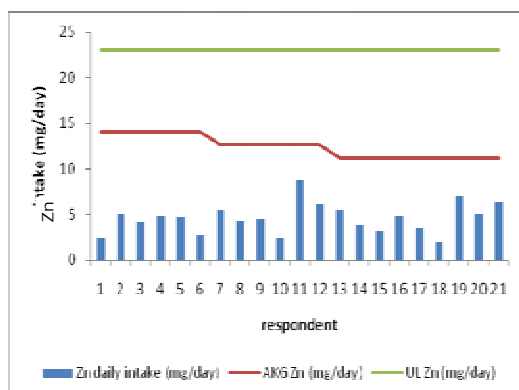
Nilai asupan harian unsur Ca, Fe dan Zn pada anak-anak usia 7 – 12 tahun di Bandung diperlihatkan pada Gambar 1.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Nilai asupan harian unsur Ca(a), Fe(b) dan Zn(c) pada anak-anak usia 7-12 tahun di kota Bandung

Responden 1-6 merupakan anak laki-laki usia 10-12 tahun, responden 7-12 merupakan anak perempuan usia 10-12 tahun sedangkan responden 13-21 merupakan anak-anak usia 7-9 tahun. Nilai asupan harian unsur Ca pada anak-anak usia 7-12 tahun berada pada rentang 81-593 mg/hari dengan rata-rata sebesar 228 ± 148 mg/hari. Nilai asupan harian unsur Fe pada anak-anak berada pada rentang 2,1–25,5 mg/hari dengan rata-rata sebesar $9,3 \pm 6,7$ mg/hari, sedangkan nilai asupan harian unsur Zn pada anak-anak berada pada rentang 2,0–8,7 mg/hari dengan rata-rata sebesar $4,6 \pm 1,6$ mg/hari. Rata-rata asupan harian Ca, Fe dan Zn, berturut-turut, hanya memenuhi 28, 74 dan 39% dari nilai AKG masing-masing.

Dari Gambar 1 terlihat bahwa baik asupan harian kalsium, besi maupun seng secara keseluruhan masih sangat rendah dan belum memenuhi angka kecukupan gizi yang dianjurkan serta masih berada di bawah ambang batas *upper intake level* (UL). *Upper intake level* merupakan tingkat maksimum asupan harian yang tidak mengakibatkan gangguan kesehatan pada sebagian besar individu di suatu populasi. Defisiensi paling besar terjadi pada unsur kalsium. Kalsium sangat dibutuhkan oleh tubuh terutama pada masa pertumbuhan, seperti pada anak-anak untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Sebanyak 99 % kalsium dalam tubuh berada pada tulang dan gigi, sedangkan 1 % sisanya berada dalam darah dan jaringan dalam tubuh (11). Kalsium yang berjumlah 1 % tersebut memiliki fungsi yang penting, diantaranya untuk transmisi syaraf, pengaturan fungsi otot dan jantung

serta pembekuan darah (12). Bila terjadi kekurangan kalsium di dalam darah, maka secara otomatis, kalsium yang berada pada tulang dan gigi akan diambil untuk proses metabolisme, sehingga bila seseorang terus menerus kekurangan asupan kalsium maka ia akan menderita osteoporosis (12). Dari Gambar 1a terlihat bahwa asupan kalsium untuk anak laki-laki usia 10 - 12 tahun cenderung lebih tinggi dari anak perempuan seusia ataupun anak-anak usia 7 - 9 tahun. Hasil ini sesuai dengan Nicklas, 2003 yang menyatakan bahwa wanita cenderung memiliki asupan kalsium yang lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki (13). Kecenderungan ini tampaknya lebih disebabkan oleh jumlah makanan yang diasup, daripada pola makan anak-anak tersebut yang tidak begitu berbeda. Rendahnya nilai asupan kalsium yang diperoleh perlu mendapat perhatian karena mengindikasikan bahwa anak-anak saat ini memiliki risiko tinggi menderita osteoporosis atau kerapuhan tulang. Nilai asupan kalsium yang rendah disebabkan rendahnya tingkat konsumsi susu ataupun produk susu lainnya. Berdasarkan data pengambilan sampel, 11 dari 21 responden mengkonsumsi susu setiap harinya, namun hanya 2 responden yang mengkonsumsi susu sebanyak 600 mL setiap harinya, sedangkan responden lainnya hanya mengkonsumsi susu sebanyak 100 – 200 mL per hari. Dari hasil pengumpulan data responden, diketahui pula bahwa tidak ada responden yang mengkonsumsi produk olahan susu seperti keju, yoghurt ataupun es krim pada saat pengambilan sampel. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Lee and Jiang,

2008 bahwa konsumsi kalsium anak-anak dan remaja di Asia relatif rendah dibandingkan dengan negara-negara Barat seperti USA (14). Hal ini menunjukkan bahwa pola makan anak-anak di Bandung belum berbasis pada susu atau hasil olahan susu. Susu ataupun hasil olahannya hanya menjadi bahan opsional pada pola makan anak. Kebiasaan pola makan yang buruk, informasi dan pengetahuan yang kurang memadai tentang makanan kaya kalsium juga turut berkontribusi pada rendahnya asupan harian kalsium.

Gambar 1b menunjukkan bahwa sebagian besar asupan harian unsur Fe pada anak-anak usia sekolah belum memenuhi AKG. Defisiensi besi merupakan gangguan nutrisi yang umum terjadi di dunia dan mempengaruhi lebih dari satu milyar penduduk di seluruh dunia. Sedikitnya setengah dari anemia yang diderita di seluruh dunia berkaitan dengan defisiensi besi (15). Dari Gambar 1b dapat dilihat bahwa hanya 7 dari total 21 responden yang memenuhi AKG dan defisiensi besi ini terutama terjadi pada anak perempuan usia 10 - 12 tahun (responden 7 - 12). Kebutuhan akan zat besi pada anak perempuan usia tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan anak laki-laki seusianya karena pada usia tersebut, anak perempuan sudah mengalami menstruasi yang mengakibatkan hilangnya unsur Fe bersamaan dengan keluarnya darah dari dalam tubuh. Pada masa tersebut, anak perlu memperbanyak asupan makanan yang kaya akan unsur besi seperti hati, daging merah, remis dan buncis. Kekurangan asupan besi dapat menyebabkan kelelahan berkepanjangan,

melemahnya ketahanan tubuh, susah konsentrasi, perkembangan kognitif yang lambat dan dapat mempengaruhi kemampuan belajar, pertumbuhan dan perkembangan tubuh.

Pada Gambar 1c dapat dilihat bahwa nilai asupan harian unsur Zn pada anak-anak di kota Bandung secara keseluruhan belum memenuhi nilai AKG. Hal ini mengindikasikan bahwa anak-anak usia sekolah rentan menderita defisiensi seng. Seng merupakan unsur yang banyak terlibat dalam berbagai reaksi enzimatik dan hormonal di dalam tubuh. Kekurangan unsur Zn dapat menyebabkan gangguan tumbuh kembang, gangguan pada perkembangan otak, gangguan sistem reproduksi, menurunnya kekebalan tubuh, hilangnya selera makan, lemah lesu hingga gangguan kesehatan mental (16,17). Seng banyak terdapat dalam berbagai jenis makanan. Sumber Zn yang tinggi terdapat pada tiram, daging merah, ikan, unggas, kacang-kacangan. Data sampling menunjukkan anak-anak kurang mengkonsumsi daging merah ataupun makanan laut dan lebih banyak mengkonsumsi ikan air tawar serta ayam, akan tetapi konsumsi makanan tersebut masih dalam jumlah yang kurang mencukupi. Beberapa anak memiliki pola makan yang kurang baik, salah satunya adalah melewatkan waktu makan. Sebagai contoh, dibandingkan pola makan responden 11 dengan asupan Zn tertinggi dan responden 18 dengan asupan Zn terendah. Berdasarkan data sampling, responden 11 melewatkan makan malam dan hanya mengkonsumsi makanan pokok (nasi dan lauk pauk) tanpa dilengkapi

dengan susu, buah-buahan ataupun cemilan seperti biskuit, kraker dan sebagainya. Sedang responden 11 tidak melewatkan waktu makan dan mengkonsumsi susu, buah-buahan dan camilan lain sehingga responden 11 memiliki asupan yang lebih banyak dan lebih beragam. Dengan demikian asupan Zn responden 11 lebih tinggi dari responden 18. Responden 18 juga memiliki nilai asupan yang rendah untuk unsur Ca dan Fe. Ini menunjukkan bahwa melewatkan waktu makan memberikan pengaruh pada nilai asupan harian. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Kim, 2005 bahwa pola makan yang kurang baik, seperti melewatkan waktu makan, mengkonsumsi makanan padat rendah gizi dari pada makanan bergizi, mengudap berlebihan dapat berkontribusi pada kurangnya nutrisi pada masa kanak-kanak (18).

Kurangnya asupan Ca, Fe dan Zn kerap terjadi di negara-negara berkembang dan khususnya di negara-negara miskin (6). Permasalahan ini disebabkan oleh kurangnya variasi jenis dan jumlah makanan yang diasup terkait dengan permasalahan ekonomi. Sumber makanan yang kaya akan unsur Fe dan Zn serta dapat diabsorpsi tubuh dengan baik adalah pangan hewani seperti daging merah, *seafood*, unggas dan ikan, sedangkan Ca berasal dari susu dan produk olahannya. Selayaknya pangan hewani dan produk susu dapat dikonsumsi setiap hari dalam jumlah yang sesuai untuk memenuhi asupan gizi yang dibutuhkan, akan tetapi harga pangan hewani dan produk susu yang relatif mahal menyebabkan orang pada umumnya kurang

mengonsumsi pangan ini dalam jumlah yang cukup. Namun demikian, pengetahuan yang memadai mengenai nutrisi yang dibutuhkan oleh anak, pola makan yang baik dan gizi seimbang sebaiknya tetap perlu diberikan kepada masyarakat. Selain itu, fortifikasi unsur mikroutrien, terutama dalam bahan makanan yang terjangkau oleh masyarakat luas, perlu dilakukan sebagai salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan defisiensi unsur mikronutrien. Hasil dari kegiatan ini juga diharapkan dapat menjadi referensi berbasis ilmiah yang dapat dimanfaatkan oleh pihak yang berwenang dalam mengambil tindakan, keputusan ataupun kebijakan terkait dengan permasalahan kesehatan.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis unsur Ca, Fe dan Zn menggunakan metode AAN maupun SSA memberikan hasil yang memuaskan dengan nilai akurasi > 95 %. Kadar unsur Ca, Fe dan Zn pada makanan siap santap 21 orang anak usia sekolah di kota Bandung masing-masing berada pada rentang 307 – 1991; 10,1 – 95,5; dan 11,9 – 29,4 mg/kg, dengan rata-rata masing-masing sebesar 917 ± 477 ; $36,5 \pm 22,5$; dan $18,6 \pm 4,6$ mg/kg. Defisiensi teramati pada unsur Ca, Fe dan Zn dengan rata-rata nilai asupan harian Ca, Fe dan Zn masing-masing sebesar 228 ± 148 ; $9,3 \pm 6,7$ dan $4,6 \pm 1,6$ mg/hari yang hanya memenuhi 28%, 74% dan 39% dari nilai AKG.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Tejasari. Nilai gizi pangan. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2005.
2. Akpanyung EO. Major and trace

element levels in powdered milk.

Pakistan J Nutri 2006;5(3):198-202.

3. Syafiq et al. Gizi dan kesehatan masyarakat. Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Jakarta: Rajawali Pers; 2007.
4. AAP. Calcium requirements of infants, children, and adolescents. *Pediatr* 1999;104:1152-7.
5. Ferguson. The zinc nutriture of preschool children living in two African countries. *American Inst of Nutr* 1992:1487-96.
6. Malde MK, Zerihun L, Bjorvatn K, Julshamn K. Intake of iron, zinc and iodine in 28 Ethiopian children living in Wonji Shoa Sugar Estate, assessed by duplicate portion technique. *Sci Res Ess* 2010 April 18 ;5(8):730-6.
7. WHO/FAO. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva: WHO Press; 2006.
8. Mohammed NK, Spyrou NM. The elemental analysis of staple foods for children in Tanzania as a step to the improvement of their nutrition and health. *Appl Rad Isot* 2009; 67:480-3
9. Pourhashemi SJ, Motlagh MG, Khaniki GRJ and Golestan B. Nutritional assessment of macronutrients in primary school children and its association with anthropometric indices and oral health. *Pakistan J Nutr* 2007; 6(6):687-92
10. Sandjaja, Budiman B, Herartri R, Arfiansyah N, Soekarti M, Sofia G, et al. Kamus gizi pelengkap kesehatan keluarga. Jakarta: Kompas; 2009.

11. Ahira A. Fungsi dan metode mendapatkan kalsium tinggi. [Online]. [diakses 27 Januari 2011]; Available from: www.anneahira.com/kalsium-tinggi.htm.
12. Calcium fact sheet. [Online]. [2010]. [diakses 25 Januari 2011]; Available from: www.betterhealth.vic.gov.au.
13. Nicklas TA. Review: calcium intake trends and health consequences from childhood through adulthood. *J of American Coll of Nutri* 2003;22(5):340-56.
14. Lee WTK, Jiang J. Calcium requirements for Asian children and adolescents. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008; 17:33-6.
15. Jacobson D. Prevention and treatment of iron deficiency anemia in children. *CME* 2008; 26(5):242-4.
16. Susan BG. Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. *Regul Toxi Pharm* 2003;38:232-42
17. Naidu GRK, Denschlag HO, Mauerhofer E, Porte N, Balaji T. Determination of macro, micro nutrient and trace element concentrations in Indian Medicinal and vegetable leaves using instrumental neutron activation analysis. *Appl Rad Isot* 1999;50: 947-53.
18. Kim SH, Keen CL. Vitamin and mineral supplement use among children attending elementary schools in Korea: a survey of eating habits and dietary consequences. *Nutr Res* 2002; 22:433 - 48