

## RESEARCH STUDY

Versi Bahasa

## OPEN ACCESS

# Konsumsi Gula Tambahan Menurunkan Asupan Zat Besi dan Seng pada Anak Usia 24-59 Bulan di Jawa Tengah

## *Added Sugars Consumption Decreased Iron and Zinc Intake among Children Aged 24-59 Months in Central Java*

Safrina Luthfia Aila<sup>1</sup>, Fillah Fithra Dieny<sup>1</sup>, Aryu Candra<sup>1</sup>, Hartanti Sandi Wijayanti<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Department of Nutrition Science, Faculty of Medicine, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 15-09-2023

Accepted: 18-12-2023

Published online: 31-12-2023

**\*Koresponden:**

Hartanti Sandi Wijayanti

[hartantisandi@fk.undip.ac.id](mailto:hartantisandi@fk.undip.ac.id)**doi DOI:**

10.20473/amnt.v7i2SP.2023.47-57

**Tersedia secara online:**<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>**Kata Kunci:**

Gula Tambahan, Asupan Besi, Asupan Seng, Dilusi Mikronutrien, Balita

**ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Konsumsi makanan dan minuman tinggi gula pada anak-anak terjadi di Indonesia. Konsumsi gula tambahan berlebih diperkirakan menyebabkan dilusi mikronutrien, yaitu efek negatif berupa penurunan asupan mikronutrien seperti zat besi dan seng.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan konsumsi gula tambahan dengan asupan zat besi dan seng pada anak usia 24-59 bulan.

**Metode:** Penelitian ini merupakan analisis data sekunder dari Survei Diet Total Provinsi Jawa Tengah tahun 2014. Subjek berjumlah 394 anak usia 24-59 bulan. Pengumpulan data asupan dan sosiodemografi diperoleh melalui *recall* makanan 1x24 jam dan kuesioner rumah tangga. Konsumsi gula tambahan dikelompokkan menjadi enam *cut off* (C) berdasarkan persen kontribusinya terhadap energi harian (%E) yaitu: C1 (<5%E), C2 (5%E - <10%E), C3 (10%E - <15%E), C4 (15%E - <20%E), C5 (20%E - 25%E), serta C6 (>25%E).

**Hasil:** 48% subjek memiliki konsumsi gula tambahan melebihi rekomendasi WHO. Subjek yang mempunyai asupan zat besi dan seng kurang dari *Estimated Average Requirement* (EAR) masing-masing sebanyak 15,2% dan 24,1%. Seiring meningkatnya konsumsi gula tambahan menunjukkan penurunan asupan zat besi dan seng secara signifikan ( $p < 0,05$ ). Penurunan asupan zat besi signifikan terjadi pada kelompok konsumsi gula tambahan  $\geq 20\%E$  (C5 ke atas), sedangkan untuk seng terjadi pada kelompok konsumsi gula tambahan  $\geq 15\%E$  (C4 ke atas) ( $p < 0,05$ ).

**Kesimpulan:** Konsumsi gula tambahan memiliki hubungan berkebalikan dengan asupan zat besi dan seng pada anak usia 24-59 bulan yang menunjukkan terjadinya dilusi mikronutrien.

**PENDAHULUAN**

Masalah gizi pada balita masih menjadi masalah signifikan di Indonesia. Prevalensi masalah gizi pada balita di Indonesia dilaporkan sebagai berikut: *stunting* (30,8%)<sup>1</sup>, *wasting* (10,2%)<sup>1</sup>, gemuk (8%)<sup>1</sup>, anemia (38,5%)<sup>1</sup>, dan defisiensi seng (60%)<sup>2</sup>. Salah satu faktor penyebab langsung masalah gizi berasal dari ketidakcukupan asupan baik dari segi kuantitas maupun kualitas zat gizi makro dan mikro<sup>3</sup>. Kerentanan timbulnya masalah gizi pada balita juga didukung dengan adanya peningkatan kebutuhan yang pesat, masa pasca penyapihan, dan kualitas praktik pemberian makan pada anak di Indonesia yang terbukti belum seluruhnya memadai<sup>4-7</sup>.

Zat besi dan seng merupakan mikronutrien yang esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan balita, dan berperan dalam metabolisme dan proliferasi sel, mempengaruhi perkembangan fungsi kognitif, motorik, serta neurofisiologis anak-anak<sup>8,9</sup>. Namun pada

kenyataannya, zat besi dan seng termasuk mikronutrien yang sulit terpenuhi sesuai rekomendasi kecukupan balita, utamanya di negara berkembang seperti Indonesia<sup>10</sup>. Mayoritas makanan pokok masyarakat Indonesia mengandung zat besi dan seng yang rendah<sup>11</sup>. Selain itu, konsumsi makanan sumber hewani yang kaya akan zat gizi juga dilaporkan masih rendah terutama di lingkungan pedesaan dan status ekonomi bawah, dengan rata-rata konsumsi daging dan ikan masing-masing sebanyak 9,4 dan 2,2 kg per kapita per tahun<sup>12</sup>.

Di sisi lain, anak-anak Indonesia termasuk populasi dengan proporsi konsumsi gula yang tinggi. Jawa Tengah merupakan provinsi urutan ketiga konsumsi gula tertinggi di Indonesia. Riset Kesehatan Dasar 2018 menunjukkan bahwa anak usia 3-4 tahun merupakan kelompok dengan persentase tertinggi konsumsi makanan dan minuman manis<sup>1</sup>. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa 81,6% dan 40% anak usia 6-35 bulan mengonsumsi makanan ringan komersial dan minuman

berpemanis. Sebanyak 29,3% anak-anak di perkotaan Indonesia usia 3-5 tahun mengonsumsi susu kental manis secara rutin sebagai sebuah pola makan<sup>13</sup>.

Hal ini dapat memicu suatu fenomena yang disebut dilusi mikronutrien, yaitu penurunan densitas mikronutrien pada tingkat asupan seiring dengan meningkatnya konsumsi makanan padat energi seperti makanan tinggi gula tambahan<sup>14</sup>. WHO mendefinisikan gula tambahan sebagai monosakarida dan disakarida yang ditambahkan pada makanan maupun minuman oleh pabrik, pemasak, maupun konsumen, kecuali gula intrinsik pada sayur, buah, dan susu<sup>15</sup>. Densitas zat gizi pada tingkat asupan menggambarkan profil zat gizi secara kuantitatif yaitu seberapa banyak zat gizi esensial seperti vitamin dan mineral yang tersedia pada total asupan energi tertentu<sup>16</sup>. Semakin tinggi kontribusi energi yang berasal dari asupan gula tambahan menunjukkan semakin rendahnya densitas beberapa mikronutrien pada asupan<sup>17-20</sup>.

Penurunan asupan zat besi dan seng yang berhubungan dengan peningkatan asupan gula tambahan telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya. Penelitian menunjukkan bahwa zat besi dan seng termasuk mikronutrien yang secara konsisten mengalami penurunan signifikan seiring dengan peningkatan asupan gula tambahan<sup>17,21-23</sup>. Penurunan tersebut juga berhubungan dengan kelompok makanan yang terbukti paling signifikan menurun seiring dengan peningkatan asupan gula tambahan yaitu kelompok daging dan ikan sebagai makanan sumber utama zat besi dan seng<sup>17,19,23-25</sup>.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penurunan asupan mikronutrien pada populasi Australia baru terjadi ketika asupan gula tambahan mencapai 25% total asupan energi<sup>14</sup>. Sementara itu, di Inggris dan Jepang, penurunan asupan mikronutrien terjadi ketika asupan gula tambahan mencapai lebih dari 13% dan 10% total asupan energi<sup>17,26,27</sup>. Persentase asupan gula tambahan yang berhubungan dengan penurunan asupan mikronutrien sangat memungkinkan untuk berbeda pada setiap populasi dan negara.

Meskipun beberapa penelitian telah menunjukkan hubungan negatif yang signifikan antara asupan gula tambahan dengan asupan mikronutrien, terdapat pula hasil penelitian yang menunjukkan hubungan non linier maupun hubungan positif pada beberapa mikronutrien sehingga hipotesis dilusi mikronutrien dianggap belum konsisten<sup>28</sup>. Studi yang memfokuskan hubungan asupan gula tambahan dengan penurunan asupan mikronutrien pada populasi Indonesia belum pernah dilakukan. Namun, fenomena konsumsi makanan dan minuman tinggi gula sudah terjadi pada anak-anak di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan asupan gula tambahan dengan penurunan asupan zat besi dan seng pada anak usia 24-59 bulan di Provinsi Jawa Tengah.

## METODE

### Desain Penelitian

Penelitian menggunakan data sekunder Survei Diet Total (SDT) Provinsi Jawa Tengah tahun 2014<sup>29</sup>. SDT adalah studi berbasis komunitas dengan sampel individu yang dapat mewakili provinsi dan nasional. Jenis

penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional menggunakan metode deskriptif analitik dengan desain potong lintang/*cross sectional*. Pada penelitian ini, peneliti melakukan analisis lanjutan pada bulan Januari hingga Februari 2022 di Semarang. Penelitian ini telah mendapatkan surat izin etik No.75/III/2022/Komisi Bioetik.

Subjek penelitian merupakan anak usia 24-59 bulan yang menjadi sampel dalam SDT Provinsi Jawa Tengah tahun 2014 dan telah memenuhi kriteria inklusi serta eksklusi. Sampel SDT 2014 merupakan sub sampel dari Riskesdas 2013. Metode *sampling* estimasi provinsi Riskesdas 2013 menggunakan penarikan sampel dua tahap berstrata dan merupakan sub sampel dari estimasi kabupaten/kota. Sampel Rumah Tangga (RT) SDT dipilih secara acak dari sejumlah Blok Sensus (BS) keterwakilan provinsi. Pemilihan sampel individu SDT diambil secara acak dari rumah tangga di BS Provinsi Jawa Tengah yang telah dikunjungi Riskesdas 2013.

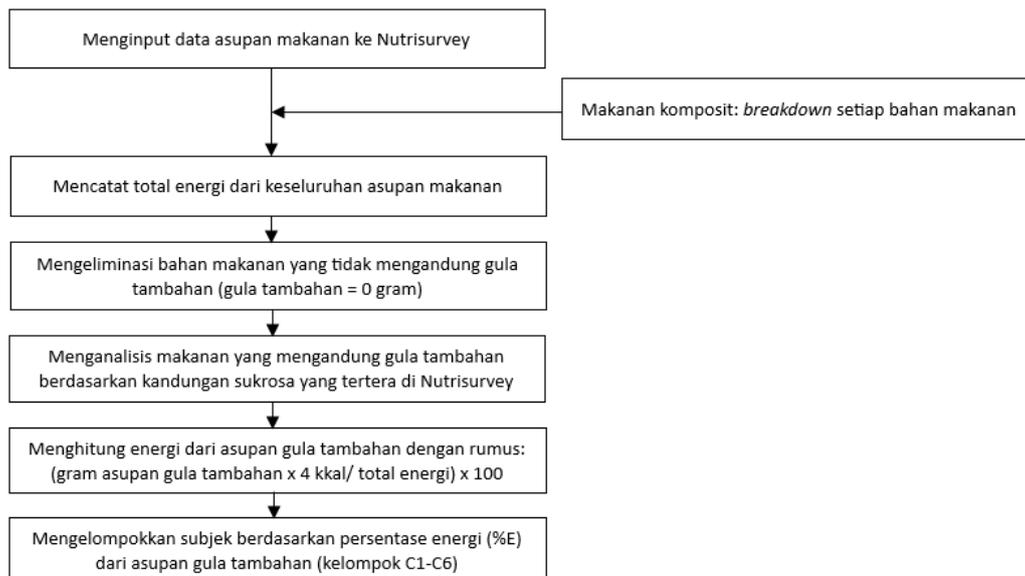
Besar sampel minimal penelitian lanjutan ini dihitung menggunakan Rumus Slovin dengan jumlah populasi sebanyak 16.683 balita dan batas toleransi kesalahan 0,05. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh sampel minimal sebanyak 391 subjek. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah subjek dalam kondisi sehat saat pengambilan data asupan dan sudah tidak mendapatkan ASI. Sementara itu, subjek penelitian dengan data keterangan individu, keterangan rumah tangga, dan konsumsi makanan individu yang tidak lengkap atau termasuk data *missing* karena nilai ekstrem dieksklusi dari penelitian ini. Subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 417 anak. Terdapat 23 subjek *drop out* dengan rincian 10 subjek memiliki data tidak lengkap dan 13 subjek memiliki data ekstrem sehingga subjek penelitian yang dianalisis sebanyak 394 anak.

### Pengukuran Asupan Gula Tambahan, Zat Besi, dan Seng

Variabel bebas pada penelitian ini adalah energi dari asupan gula tambahan. Variabel terikat meliputi asupan zat besi dan seng baik dalam nilai absolut maupun densitas. Asupan makanan subjek diperoleh dari data mentah dari SDT. Pada SDT, data asupan makan subjek diperoleh melalui wawancara langsung menggunakan metode *Food Recall* 1x24 jam. Teknik recall yang digunakan adalah *5-Step Multiple-Pass Method*<sup>29</sup>. Pada penelitian lanjutan ini, asupan makanan dianalisis menggunakan *software* Nutrisurvey 2007 untuk memperoleh nilai asupan total energi, gula tambahan, zat besi, dan seng. Database komposisi makanan yang digunakan pada penelitian ini adalah database makanan Indonesia tahun 2005, *the United States Department of Agriculture National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25* (USDA SR25) tahun 2012, Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2017), dan informasi nilai gizi pada kemasan produk. Kandungan mikronutrien dalam miligram (mg) pada makanan kemasan dihitung sesuai panduan dari Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan RI No. 9 tahun 2016 tentang acuan label gizi. Kontribusi mikronutrien dari suplemen makanan tidak termasuk dalam analisis Nutrisurvey karena tujuan utama penelitian adalah menilai asupan yang berasal dari makanan dan minuman.

Energi dari asupan gula tambahan adalah persentase jumlah energi yang berasal dari asupan gula tambahan dengan perhitungan berikut:  $\frac{\text{Asupan gula tambahan} \times 4 \text{ kkal}}{\text{Total asupan energi}} \times 100\%$ . Gula tambahan merupakan monosakarida dan disakarida yang ditambahkan pada makanan atau minuman oleh pabrik, pemasak, maupun konsumen sebagai pemanis. Selain itu, juga termasuk gula yang secara alami terdapat pada madu, sirup, dan konsentrat buah. Namun, tidak meliputi gula intrinsik pada sayur, buah (fruktosa), dan susu (laktosa).<sup>15</sup> Data gula tambahan diperoleh menggunakan metode estimasi gula tambahan<sup>30</sup> disertai modifikasi karena adanya keterbatasan pada kesediaan basis data bahan makanan dan zat gizi di Indonesia. Pertama, mengeliminasi kelompok makanan dengan kandungan gula tambahan 0 gram seperti jus buah atau sayur murni 100%, semua bumbu rempah, minyak dan lemak, biji dan sereal, buah dan sayur segar, kacang-kacangan, polong-polongan, ikan, unggas, daging, susu sapi murni, dan makanan minuman tanpa pemanis atau dengan pemanis buatan. Kedua, mempertahankan makanan dengan

kandungan gula tambahan baik 100% maupun sebagian seperti semua konfeksioneri, produk kue dan roti-rotian, sereal, minuman berpemanis, produk kemasan dengan pemanis gula, madu, sirup, dan lain-lain. Kandungan gula tambahan dilihat berdasarkan total sukrosa yang tertera pada Nutrisurvey dari kelompok makanan tersebut. Jika data sukrosa tidak tersedia, gula tambahan ditetapkan sebanyak 50% dari total gula. Produk yang mempunyai komposisi 100% gula tambahan seperti, permen, sirup, dan produk bergula, kandungan sukrosanya ditetapkan sebanyak 100% total gula. Selanjutnya, energi dari asupan gula tambahan setiap subjek akan dikelompokkan berdasarkan *cut off* (C) rekomendasi dari *World Health Organization* (WHO) dan *Institute of Medicines* (IOM)<sup>15,31</sup>. Terdapat enam kelompok C berdasarkan persentase energi (%E) dari asupan gula tambahan dengan rincian sebagai berikut: C1 (<5%E), C2 (5%E - <10%E), C3 (10%E - <15%E), C4 (15%E - <20%E), C5 (20%E - 25%E), dan C6 (>25%E)<sup>14</sup>. Subjek yang termasuk kelompok C1 memiliki asupan gula tambahan di bawah 5% dari total asupan energi, sementara pada kelompok C6 memiliki asupan gula tambahan di atas 25%.



Gambar 1. Bagan Cara Memperoleh Variabel Gula Tambahan

Variabel zat besi dan seng ditampilkan dalam nilai absolut dan densitas zat gizi. Nilai absolut adalah jumlah mikronutrien yang ditampilkan dalam satuan mg/hari. Densitas zat gizi adalah rasio zat gizi setiap 1000 kkal. Densitas zat gizi diperoleh dengan perhitungan menggunakan rumus:  $\frac{\text{Asupan zat gizi}}{\text{Total asupan energi}} \times 1000$ <sup>32</sup>. Asupan zat besi dan seng dibandingkan dengan nilai *Estimated Average Requirement* (EAR) untuk mengestimasi kecukupan asupan<sup>33</sup>. EAR zat besi untuk anak usia 1-3 dan 4-6 tahun adalah 3 dan 4,1 mg/hari, sedangkan EAR seng untuk anak usia 1-3 dan 4-6 tahun adalah 2,5 dan 4 mg/hari<sup>34</sup>.

#### Pengukuran Data Demografi dan Sosioekonomi

Variabel perancu meliputi tempat tinggal, tingkat pendidikan orang tua, dan status ekonomi. Data demografi dan sosioekonomi subjek diperoleh dengan

metode wawancara secara langsung menggunakan kuesioner keterangan rumah tangga. Berdasarkan SDT, variabel tempat tinggal dikategorikan menjadi perkotaan dan pedesaan. Status pekerjaan orang tua merupakan status pekerjaan kepala keluarga yang dibagi menjadi tidak bekerja, bekerja, dan sekolah. Tingkat pendidikan orang tua merupakan pendidikan terakhir yang ditempuh oleh kepala keluarga dari anak tersebut meliputi tidak/belum pernah sekolah, tidak tamat SD/MI, tamat SLTP/MTS, tamat SLTA/MA, tamat D1/D2/D3, tamat PT. Variabel status ekonomi digambarkan berdasarkan indeks kuintil kepemilikan yang dilihat dari data kepemilikan barang tahan lama dan dikelompokkan menjadi lima yaitu kuintil kepemilikan terbawah, menengah ke bawah, menengah, menengah ke atas, dan teratas. Penelitian ini melakukan pengkategorian lebih lanjut untuk keperluan analisis data. Tingkat pendidikan

dikategorikan kembali menjadi rendah jika tidak menyelesaikan pendidikan SMA dan tinggi jika menyelesaikan jenjang pendidikan SMA ke atas. Status ekonomi dikategorikan menjadi tiga yaitu bawah, menengah, dan atas. Kategori bawah mencakup subjek dengan kuintil kepemilikan terbawah dan menengah ke bawah, kategori menengah mencakup subjek dengan kuintil kepemilikan menengah dan menengah atas, serta kategori atas mencakup subjek dengan kuintil kepemilikan teratas<sup>35</sup>.

### Analisis Statistik

Analisis data menggunakan *software* SPSS versi 25 dengan derajat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Analisis univariat disajikan dengan median dan nilai minimal maksimal untuk data numerik, dan disajikan dalam frekuensi dan persentase untuk data kategorik. Uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* karena jumlah sampel lebih dari 30 subjek. Data penelitian berdistribusi tidak normal sehingga untuk mengetahui perbedaan asupan gula tambahan, zat besi, dan seng berdasarkan tempat tinggal dan tingkat pendidikan diuji

dengan uji *Mann Whitney*. Uji *Kruskall Wallis* digunakan untuk mengetahui perbedaan berdasarkan status ekonomi. Hubungan asupan gula tambahan dengan asupan zat besi dan seng juga diuji dengan *Kruskall Wallis*. Hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga dilanjutkan dengan uji *Dunn Bonferroni post-hoc* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok. Analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik ganda untuk mengetahui hubungan kelompok energi dari asupan gula tambahan dengan kejadian ketidakcukupan asupan mikronutrien setelah dikontrol variabel perancu yaitu tingkat pendidikan orang tua dan status ekonomi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik Subjek

Jumlah subjek adalah 394 anak usia 24-59 bulan di Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan Tabel 1, Sebagian dari subjek (48,9%) memiliki asupan gula tambahan melebihi rekomendasi WHO ( $\geq 10\%E$ ) dan 24 subjek (6,1%) memiliki asupan gula tambahan  $>25\%E$  yang mana melebihi batas atas dari rekomendasi IOM. Subjek dengan asupan zat besi dan seng di bawah.

**Tabel 1.** Karakteristik Subjek Berdasarkan Kelompok Energi dari Asupan Gula Tambahan

Variabel	Persen Energi dari Asupan Gula Tambahan <sup>#</sup>						Total
	C1 n=83	C2 n=118	C3 n=88	C4 n=56	C5 n=25	C6 n=24	
<b>Usia</b>							
24-36 bulan	32 (24,2%)	42 (31,8%)	23 (17,4%)	16 (12,1%)	10 (7,6%)	9 (6,8%)	132 (33,5%)
37-59 bulan	51 (19,5%)	76 (29,0%)	65 (24,8%)	40 (15,3%)	15 (5,7%)	15 (5,7%)	262 (66,5%)
<b>Jenis Kelamin</b>							
Laki-Laki	41 (21,5%)	58 (30,4%)	48 (25,1%)	21 (11,0%)	13 (6,8%)	10 (5,2%)	191 (48,5%)
Perempuan	42 (20,7%)	60 (29,6%)	40 (19,7%)	35 (17,2%)	12 (5,9%)	14 (6,9%)	203 (51,5%)
<b>Tempat Tinggal</b>							
Perkotaan	35 (17,9%)	63 (32,1%)	43 (21,9%)	29 (14,8%)	12 (6,1%)	14 (7,1%)	196 (49,7%)
Pedesaan	48 (24,2%)	55 (27,8%)	45 (22,7%)	27 (13,6%)	13 (6,6%)	10 (5,1%)	198 (50,3%)
<b>Status Pekerjaan Orang Tua</b>							
Tidak Bekerja	7 (21,9%)	10 (31,3%)	10 (31,3%)	2 (6,3%)	2 (6,3%)	1 (3,1%)	32 (8,1%)
Bekerja	76 (21,1%)	108 (29,9%)	77 (21,3%)	54 (15,0%)	23 (6,4%)	23 (6,4%)	361 (91,6%)
Sekolah	0	0	1 (100%)	0	0	0	1 (0,3%)
<b>Pendidikan Orang Tua</b>							
Rendah	57 (19,9%)	87 (30,4%)	70 (24,5%)	38 (13,3%)	16 (5,6%)	18 (6,3%)	286 (72,6%)
Tinggi	26 (24,1%)	31 (28,7%)	18 (16,7%)	18 (16,7%)	9 (8,3%)	6 (5,6%)	108 (27,4%)
<b>Status Ekonomi</b>							
Bawah	24 (17,1%)	41 (29,3%)	37 (26,4%)	20 (14,3%)	11 (7,9%)	7 (5,0%)	140 (35,5%)
Menengah	34 (20,5%)	51 (30,7%)	34 (20,5%)	27 (16,3%)	8 (4,8%)	12 (7,2%)	166 (42,1%)
Atas	25 (28,4%)	26 (29,5%)	17 (19,3%)	9 (10,2%)	6 (6,8%)	5 (5,7%)	88 (22,3%)
<b>Asupan Zat Besi</b>							
Di bawah EAR	5 (8,3%)	10 (16,7%)	12 (20,0%)	10 (16,7%)	10 (16,7%)	13 (21,7%)	60 (15,2%)
Cukup	78 (23,4%)	108 (32,3%)	76 (22,8%)	46 (13,8%)	15 (4,5%)	11 (3,3%)	334 (84,8%)
<b>Asupan Seng</b>							
Di bawah EAR	9 (9,5%)	26 (27,4%)	22 (23,2%)	20 (21,1%)	11 (11,6%)	7 (7,4%)	95 (24,1%)
Cukup	74 (24,7%)	92 (30,8%)	66 (22,1%)	36 (12,0%)	14 (4,7%)	17 (5,7%)	299 (75,9%)

<sup>#</sup>C1 (<5%E), C2 (5%E hingga <10%E), C3 (10%E hingga <15%E), C4 (15%E hingga <20%E), C5 (20%E hingga 25%E), dan (C6 >25%E). nilai EAR sebanyak 15,2% dan 24,1%. Sebanyak 75% subjek dengan ketidakcukupan asupan zat besi dan 63,2% subjek dengan ketidakcukupan asupan seng merupakan subjek dengan asupan gula tambahan yang melebihi batas rekomendasi.

Lebih dari separuh subjek yang berusia tiga tahun ke atas mempunyai asupan gula tambahan yang melebihi rekomendasi. Sejalan dengan karakteristik anak usia tersebut, anak sedang mengalami perkembangan otonomi dan belajar menjalin hubungan sosial di luar keluarga<sup>10</sup>. Karakteristik tersebut memungkinkan anak untuk dapat menolak dan lebih memilih makanan sesuai kemauan, salah satunya makanan atau minuman manis. Selain itu, analisis asupan pada penelitian ini juga menemukan faktor eksternal yang dapat berpengaruh yaitu mayoritas produk susu di pasaran untuk anak usia di atas dua tahun mengandung jumlah gula tambahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk untuk anak usia di bawah dua tahun.

**Gambaran Asupan Gula Tambahan, Zat Besi, dan Seng pada Subjek**

Tabel 2 menunjukkan nilai median asupan gula tambahan pada anak usia 24-59 bulan di Provinsi Jawa Tengah yaitu 32,85 gram/hari yang tergolong tinggi apabila dibandingkan dengan anjuran asupan gula tambahan pada anak berdasarkan *American Heart Association/AHA* yang seharusnya  $\leq 25$  gram/hari. Median energi dari asupan gula tambahan pada subjek adalah 9,72%E dan termasuk di bawah batas anjuran maksimal yaitu  $<10\%$ E. Median asupan zat besi dan seng subjek secara absolut adalah 5,95 dan 4,2 mg/hari. Median densitas zat besi dan seng subjek secara berturut-turut yaitu 4,66 dan 3,25 mg untuk setiap 1000 kkal.

**Tabel 2.** Gambaran Asupan Gula Tambahan, Zat Besi, dan Seng pada Subjek

Variabel	Median (Min-Maks)
<b>Gula Tambahan (gram/hari)</b>	32,85 (0,00 – 139,5)
<b>Energi dari Asupan Gula Tambahan (%)</b>	9,72 (0,00 – 55,84)
<b>Persentase Energi dari Asupan Gula Tambahan (%)</b>	
C1	2,89 (0,00 – 4,92)
C2	7,56 (5,04 – 9,86)
C3	12,62 (10,05 – 14,97)
C4	17,06 (15,07 – 19,86)
C5	22,12 (20,03 – 24,67)
C6	29,02 (25,12 – 55,84)
<b>Zat Besi</b>	
Absolut (mg/hari)	5,95 (0,80 – 22,40)
Densitas (per 1000 kkal)	4,66 (0,55 – 15,72)
<b>Seng</b>	
Absolut (mg/hari)	4,20 (0,60 – 14,40)
Densitas (per 1000 kkal)	3,25 (0,48 – 9,66)

**Perbedaan Asupan Gula Tambahan, Zat Besi, dan Seng Berdasarkan Status Demografi dan Ekonomi**

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada asupan zat besi dan seng, baik absolut maupun densitas zat gizi, berdasarkan tingkat pendidikan orang tua dan status ekonomi ( $p < 0,05$ ).

Subjek dengan tingkat pendidikan orang tua dan status ekonomi yang lebih tinggi menunjukkan asupan zat besi dan seng yang lebih tinggi. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada asupan gula tambahan subjek berdasarkan tempat tinggal, tingkat pendidikan orang tua, maupun status ekonomi ( $p > 0,05$ ).

**Tabel 3.** Perbedaan Asupan Gula Tambahan, Zat Besi, dan Seng Berdasarkan Status Demografi dan Ekonomi

Variabel	Gula Tambahan median (min-max)		Asupan Zat Besi median (min-max)		Asupan Seng median (min-max)	
	Gula Tambahan (g/hari)	Gula Tambahan (%E)	Absolut (mg/hari)	Densitas (per 1000 kkal)	Absolut (mg/hari)	Densitas (per 1000 kkal)
<b>Tempat Tinggal</b>						
Perkotaan	33,7 (0,0-139,5)	9,9 (0,0-40,1)	6,3 (0,8 – 23,0)	4,7 (0,8-13,6)	4,3 (0,7-14,4)	3,3 (0,6-9,7)
Pedesaan	30,6 (0,0-123,0)	8,0 (0,0-55,8)	5,7 (0,8 – 24,0)	4,6 (0,6-16,1)	4,0 (0,6-3,0)	3,2 (0,5-8,3)
<i>p-value</i> <sup>a</sup>	0,092	0,259	0,585	0,878	0,099	0,294
<b>Pendidikan Orang Tua</b>						
Rendah	33,3 (0,0-137,9)	9,8 (0,0-55,8)	5,5 (0,8-24,0)	4,4 (0,6-16,1)	4,0 (0,6-13,2)	3,1 (0,5-9,7)
Tinggi	31,5 (0,0-139,5)	7,5 (0,0-35,2)	7,8 (0,8-23,5)	5,5 (1,2-15,7)	4,9 (1,0-14,4)	3,7 (0,7-9,0)
<i>p-value</i> <sup>a</sup>	0,758	0,876	$<0,001^*$	$0,001^*$	$<0,001^*$	$<0,001^*$
<b>Status Ekonomi</b>						
Bawah	33,8 (0,0-136,0)	10,7 (0,0-40,7)	5,0 (0,8-20,1)	4,1 (0,8-16,1)	3,8 (0,6-13,2)	3,1 (0,5-7,5)
Menengah	31,7 (0,0-139,5)	9,7 (0,0-55,8)	6,0 (0,8-23,5)	4,7 (0,6-14,9)	4,5 (0,7-13,0)	3,3 (0,6-9,7)
Atas	31,3 (0,0-110,9)	9,0 (0,0- 40,1)	7,7 (1,6-24,0)	5,2 (1,5-15,7)	4,8 (1,7-14,4)	3,4 (1,3-9,0)
<i>p-value</i> <sup>b</sup>	0,701	0,266	$<0,001^*$	$0,003^*$	$<0,001^*$	$0,003^*$

\*Signifikan pada  $p$ -value  $< 0,05$ ; Uji Mann Whitney<sup>a</sup> dan Uji Kruskal Wallis<sup>b</sup>.

Faktor demografi meliputi tempat tinggal, tingkat pendidikan, dan status ekonomi tidak menunjukkan perbedaan signifikan untuk asupan gula tambahan yang dikonsumsi. Hasil tersebut sama dengan Survei Sosial Ekonomi Nasional atau SUSENAS yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2014<sup>36</sup>. Hasil mengartikan bahwa baik anak-anak yang tinggal di desa maupun di kota, tingkat pendidikan orang tua rendah maupun tinggi, dan status ekonomi bawah maupun atas memiliki asupan gula tambahan yang kurang lebih sama. Terdapat beberapa kemungkinan alasan untuk menjelaskan hasil ini yaitu cakupan penelitian yang hanya satu provinsi dan masih berada dalam satu Pulau Jawa sehingga akses fisik maupun ketersediaan pada makanan tidak terlalu berbeda. Kedua, makanan bergula terdapat dalam rentang harga yang sangat bervariasi dari murah hingga mahal sehingga aksesnya dapat diperoleh oleh kalangan mana saja.

Berbeda dengan hasil pada asupan gula tambahan, tingkat pendidikan orang tua dan status ekonomi mempengaruhi asupan zat besi dan seng anak-anak secara bermakna. Individu dengan status ekonomi tinggi cenderung memiliki pola makan dengan konsumsi karbohidrat yang lebih sedikit, dan menggantinya dengan konsumsi sumber protein dan lemak seperti daging-dagingan lebih banyak<sup>37</sup>. Sumber makanan zat besi dan seng mayoritas berasal dari sumber protein seperti daging, ikan, *seafood*, unggas yang memiliki harga relatif lebih tinggi. Individu dengan status ekonomi lebih tinggi memiliki akses yang lebih besar untuk membeli jenis makanan tersebut. Pendidikan yang lebih tinggi juga dapat berhubungan dengan pendapatan yang lebih tinggi

sehingga terdapat kemudahan pada akses ekonomi yang lebih besar<sup>38</sup>.

#### Hubungan antara Asupan Gula Tambahan dengan Asupan Zat Besi dan Seng

Hasil uji bivariat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kelompok asupan gula tambahan memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai absolut dan densitas zat besi serta seng ( $p < 0,05$ ). Terdapat hubungan berkebalikan antara asupan gula tambahan dan mikronutrien yaitu seiring meningkatnya kelompok asupan gula tambahan menunjukkan penurunan asupan zat besi dan seng baik secara absolut maupun densitas secara signifikan (Gambar 2).

Berdasarkan uji lanjut yang ditampilkan pada Tabel 4, tidak terdapat perbedaan signifikan dari asupan zat besi secara absolut maupun densitas pada subjek dengan asupan gula tambahan  $< 5\%E$  (C1) hingga  $15-20\%E$  (C4). Perbedaan yang signifikan baru ditunjukkan pada subjek dengan asupan gula tambahan  $\geq 20\%E$  (C5 ke atas). Selanjutnya untuk seng, tidak terdapat perbedaan signifikan dari asupan seng secara absolut maupun densitas pada subjek dengan asupan gula tambahan  $< 5\%E$  (C1) hingga  $10-15\%E$  (C3). Perbedaan densitas seng yang signifikan hanya ditunjukkan antara subjek dengan asupan gula tambahan  $< 10\%E$  (C1 dan C2) dan  $15-20\%E$  (C4) saja. Secara keseluruhan dapat diketahui bahwa subjek dengan asupan zat besi dan seng yang paling optimal, baik dalam nilai absolut maupun densitas, ditemukan pada tiga kelompok pertama (C1-C3) yaitu subjek dengan asupan gula tambahan  $< 15\%E$ .

**Tabel 4.** Hubungan antara Asupan Gula Tambahan dan Asupan Mikronutrien

Mikronutrien	Persen Energi dari Asupan Gula Tambahan <sup>#</sup> (median (min-max))						p-value
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
<b>Zat Besi</b>							
Absolut (mg/hari)	7,1 (2,5-24,0) <sup>a</sup>	7 (1,2-22,3) <sup>a</sup>	5,2 (1,5-23,5) <sup>a,b</sup>	5,5 (1,0-17,1) <sup>a,c</sup>	3,7 (0,8-11,5) <sup>b,c</sup>	3,2 (1,2-19,8) <sup>c</sup>	$< 0,001^*$
Densitas (per 1000 kkal)	5,2 (2,0-16,1) <sup>a</sup>	5,1 (0,8-13,6) <sup>a</sup>	4,4 (1,4-15,7) <sup>a,b</sup>	4,6 (0,6-9,1) <sup>a,c</sup>	3,5 (0,9-10,8) <sup>b,c</sup>	2,7 (1,1-0,5) <sup>c</sup>	$< 0,001^*$
<b>Seng</b>							
Absolut (mg/hari)	4,8 (0,6-13,1) <sup>a</sup>	4,6 (0,7-14,4) <sup>a</sup>	4,1 (0,7-10,8) <sup>a,b</sup>	3,5 (0,7-13,2) <sup>b</sup>	2,9 (0,8-9,0) <sup>b</sup>	3,5 (1,2-7,8) <sup>a,b</sup>	$< 0,001^*$
Densitas (per 1000 kkal)	3,5 (0,5-9,0) <sup>a</sup>	3,3 (0,7-9,7) <sup>a</sup>	3,1 (0,6-8,2) <sup>a,b</sup>	2,7 (0,6-5,9) <sup>b</sup>	2,8 (0,9-8,4) <sup>a,b</sup>	2,8 (1,1-7,6) <sup>a,b</sup>	$0,001^*$

<sup>#</sup>C1 ( $< 5\%E$ ), C2 ( $5\%E - < 10\%E$ ), C3 ( $10\%E - < 15\%E$ ), C4 ( $15\%E - < 20\%E$ ), C5 ( $20\%E - 25\%E$ ), C6 ( $> 25\%E$ )

\*Signifikan pada p-value  $< 0,05$ ; uji Kruskal Wallis.

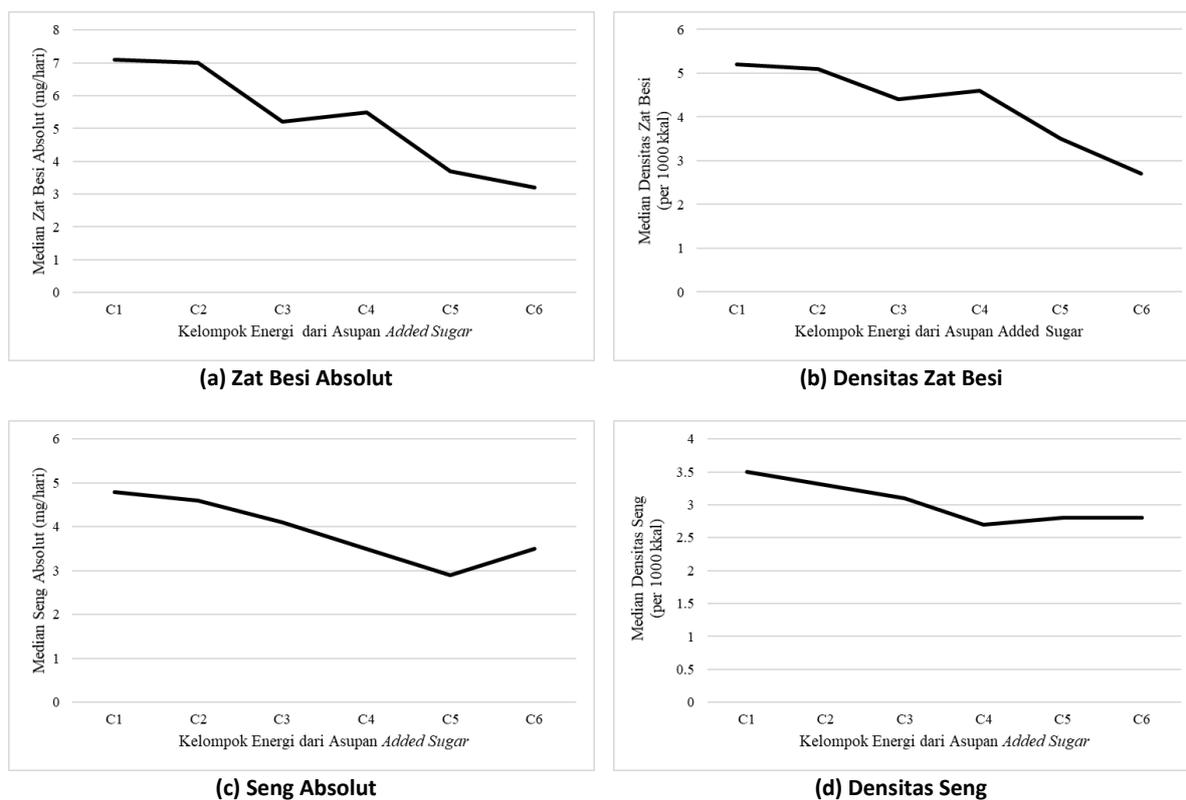
Analisis Post hoc dengan Dunn Bonferroni. *Superscripts* <sup>a, b, c</sup> yang berbeda menunjukkan kelompok yang berbeda signifikan.

Penelitian ini menunjukkan adanya penurunan asupan zat besi dan seng dalam nilai absolut maupun densitas zat gizi pada anak usia 24-59 bulan secara signifikan seiring dengan peningkatan asupan gula tambahan, yang mana sejalan dengan hipotesis *micronutrient dilution* pada studi sebelumnya<sup>17,23</sup>. Mekanisme penurunan asupan mikronutrien yang berhubungan dengan asupan gula tambahan dapat dijelaskan dengan dua alasan. Pertama, asupan gula tambahan meningkatkan total asupan energi secara signifikan, namun tidak berkontribusi pada penambahan zat gizi esensial sehingga densitas mikronutrien pada asupan menjadi lebih rendah<sup>32</sup>. Kedua, tinjauan

sistematis menyimpulkan bahwa pada level tertentu asupan gula tambahan akan berdampak terhadap turunnya asupan gizi lain dan kualitas diet<sup>19</sup>. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa peningkatan asupan gula tambahan terutama pada anak berhubungan dengan penurunan asupan kelompok makanan padat gizi seperti daging, ikan, telur, biji-bijian, buah, sayur, dan susu<sup>17,19,23-25</sup>. Daging, ikan, biji-bijian, dan sayur merupakan sumber utama zat besi dan seng. Penelitian sebelumnya juga telah menyebutkan bahwa penurunan mikronutrien yang berhubungan dengan peningkatan asupan gula tambahan berpotensi untuk lebih rentan dan signifikan terlihat pada populasi anak dibandingkan orang

dewasa karena jumlah kalori dan keberagaman pangan yang mampu dikonsumsi orang dewasa lebih tinggi dari

anak-anak<sup>20</sup>.



Gambar 2. Grafik Penurunan Mikronutrien Berdasarkan Asupan Gula Tambahan

Substitusi makanan padat gizi dengan makanan tinggi gula dapat dijelaskan secara fisiologis melalui bagaimana jenis makanan tersebut dapat menimbulkan keinginan untuk dikonsumsi secara terus menerus. Sistem otak, rongga mulut, dan saluran pencernaan memiliki mekanisme potensial terhadap rasa manis yang mempengaruhi preferensi dan tingkat penerimaan jenis makanan ini<sup>39</sup>. Peningkatan asupan gula dapat mempengaruhi perubahan pada sistem saraf otak. Makanan dan minuman berpemanis memiliki tingkat palatabilitas tinggi yang dapat mempengaruhi reseptor dopamin, opioid, dan serotonergik melalui jalur *mesolimbic* dan *mesocortical* yang berhubungan dengan aktivasi sistem penghargaan (*reward system*) di otak<sup>40</sup>. Reseptor-reseptor tersebut memiliki mekanisme yang mirip seperti kecanduan atau adiksi obat-obatan yang dapat memicu adanya peningkatan konsumsi hingga dapat menggantikan atau mengurangi asupan makanan lain<sup>39</sup>. Selanjutnya, sebuah *review* menunjukkan bahwa sinyal rasa manis pada rongga mulut dan usus berhubungan dengan perbedaan respon hormonal dan metabolisme dalam saraf yang mengatur siklus kenyang-lapar sehingga dapat mempengaruhi asupan dan nafsu makan<sup>41</sup>. Makanan dengan palatabilitas tinggi juga cenderung mampu menumpulkan respon terhadap sinyal kenyang dengan meningkatkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai rasa kenyang<sup>40</sup>.

Asupan gula tambahan yang tinggi terutama dalam bentuk minuman terbukti menunjukkan penurunan pada jenis makanan utuh secara lebih

signifikan. Minuman berpemanis memberikan kontribusi kalori dalam bentuk cairan atau biasa disebut dengan *liquid calories*. Kalori dalam bentuk cairan memiliki respon yang berbeda yaitu lebih cepat dicerna dibandingkan dengan kalori dalam bentuk padat. Hal tersebut berhubungan dengan tingkat kenyang yang lebih rendah ketika mengonsumsinya. Karakteristik minuman berpemanis yang menghasilkan tingkat kenyang rendah disertai adanya kecenderungan untuk kecanduan menimbulkan adanya risiko konsumsi minuman berpemanis secara berlebih<sup>39,42</sup>. Hasil penelitian tersebut terbukti pada penelitian ini yaitu subjek pada kelompok asupan gula tambahan tertinggi hampir seluruhnya mengonsumsi minuman berpemanis seperti teh manis, minuman kemasan (teh dan susu cair berperasa), serta susu kental manis dengan frekuensi lebih dari tiga kali dalam sehari yang mana terbilang sering dibandingkan subjek lainnya. Penelitian yang dilakukan di beberapa negara lain juga menunjukkan bahwa minuman berpemanis merupakan kontributor terbesar asupan gula tambahan<sup>43</sup>.

Penurunan asupan zat besi signifikan terjadi pada kelompok dengan asupan gula tambahan  $\geq 20\%E$  (C5 ke atas), sedangkan untuk seng terjadi pada kelompok dengan asupan gula tambahan  $\geq 15\%E$  (C4 ke atas). Apabila dibandingkan dengan studi sebelumnya, ambang batas asupan gula tambahan yang berhubungan dengan penurunan asupan mikronutrien pada subjek di penelitian ini ( $\geq 15\text{-}20\%E$ ) lebih tinggi dibandingkan pada anak-anak di Jepang ( $\geq 5\%E$ )<sup>17</sup>. Namun, hasil penelitian ini

menunjukkan ambang batas yang kurang lebih sama dengan penelitian pada anak-anak di Australia dan Inggris (>13-20%E)<sup>18,26</sup>. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan rerata asupan gula tambahan pada setiap populasi. Anak-anak Jepang memiliki rerata asupan gula tambahan yang lebih rendah (6%E)<sup>17</sup>, sedangkan anak-anak Australia dan Inggris memiliki rerata asupan gula tambahan >11,5%E yang hampir sama dengan hasil penelitian ini yaitu 9,72%E<sup>18,26</sup>. Variasi pola dan kebiasaan makan setiap populasi yang berbeda menjadikan adanya perbedaan asupan berdasarkan ketersediaan, budaya serta preferensi atau pilihan makanan antar populasi<sup>44</sup>. Perbedaan definisi gula yang digunakan pada setiap penelitian juga dapat berkontribusi pada perbedaan setiap hasilnya<sup>45</sup>.

Nilai absolut dan densitas seng tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kelompok C6 dengan C1. Hasil tersebut berbeda dengan hasil yang diperoleh pada zat besi dan mayoritas penelitian lain yang umumnya menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok asupan terkecil dengan kelompok asupan terbesar. Temuan memperoleh bahwa subjek pada kelompok asupan gula tambahan >25%E (C6) di penelitian ini ternyata hampir seluruhnya mengonsumsi susu kental manis. Label pangan pada produk susu kental manis yang banyak dikonsumsi oleh subjek di penelitian ini menggunakan penambahan/fortifikasi vitamin dan mineral di dalamnya termasuk seng, namun tidak untuk zat besi. Produk makanan bergula yang difortifikasi dengan mikronutrien terbukti mampu menutupi efek dilusi yang dihasilkan oleh asupan gula tambahan yang tinggi<sup>10,46</sup>. Produk susu formula yang banyak dikonsumsi subjek pada penelitian ini juga merupakan produk dengan fortifikasi mikronutrien. Akan tetapi, konsumsi susu formula tidak menutupi efek dilusi karena kandungan gula tambahan yang tidak terlalu tinggi apabila dibandingkan dengan susu kental manis.

### Hubungan Asupan Gula Tambahan dengan Ketidacukupan Asupan Zat Besi dan Seng Setelah Dikontrol Tingkat Pendidikan dan Status Ekonomi Orang Tua

Tabel 5 menunjukkan risiko ketidacukupan asupan besi dan seng berdasarkan tingkat asupan gula tambahan setelah dikontrol oleh tingkat pendidikan dan status ekonomi orang tua. Semakin tinggi tingkat asupan gula tambahan, maka risiko ketidacukupan asupan zat besi semakin tinggi. Kelompok asupan gula tambahan yang secara signifikan berhubungan dengan risiko ketidacukupan asupan zat besi adalah tiga kelompok terakhir (C4-C6) atau subjek dengan asupan gula tambahan  $\geq 15\%$ E. Kelompok dengan asupan gula tambahan >25%E (C6) memiliki OR yang paling besar pada ketidacukupan asupan zat besi anak. Peningkatan risiko ketidacukupan asupan seng juga terjadi seiring peningkatan asupan gula tambahan. Kelompok asupan gula tambahan yang secara signifikan berhubungan dengan risiko ketidacukupan asupan seng adalah tiga kelompok terakhir (C3-C5) atau subjek dengan asupan gula tambahan  $\geq 10\%$ E. Kelompok dengan asupan gula tambahan >20%-25%E (C5) memiliki OR paling besar pada ketidacukupan asupan seng anak.

Peningkatan risiko ketidacukupan zat besi dan seng ditunjukkan seiring dengan peningkatan kelompok asupan gula tambahan secara signifikan. Penelitian di Australia dan Jepang juga menunjukkan prevalensi terbesar ketidacukupan mayoritas zat gizi mikro terjadi pada kelompok dengan asupan gula tambahan tertinggi<sup>17,18</sup>. Rata-rata subjek pada kelompok asupan gula tambahan yang tinggi di penelitian ini memiliki asupan makan yang tidak seimbang. Bahkan, terdapat beberapa subjek yang hanya mengasup produk susu dan camilan saja dalam sehari. Konsumsi sumber protein hewani, nabati, sayur, dan buah-buahan pada subjek masih sangat minim dan kurang bervariasi. Makanan selingan mayoritas dikontribusikan oleh makanan kemasan seperti wafer, biskuit, *jelly*, dan roti atau kue manis yang mengandung gula tambahan cukup tinggi namun rendah zat gizi mikro. Pemilihan jenis makanan yang tidak seimbang dapat mempengaruhi pemenuhan zat gizi mikro.

**Tabel 5.** Hubungan Asupan Gula Tambahan dengan Ketidacukupan Asupan Zat Besi dan Seng Setelah Dikontrol Tingkat Pendidikan dan Status Ekonomi Orang Tua

Asupan Zat Gizi	Persen Energi dari Asupan Gula Tambahan <sup>#</sup>						p-value
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
	Ref	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)	
<b>Di bawah EAR</b>							
Zat Besi	1	1,36 (0,44 – 4,18)	2,19 (0,73 – 6,58)	3,33 (1,06 – 10,49)	10,46 (3,04 – 35,92)	19,54 (5,70 – 66,96)	<0,001*
Seng	1	2,24 (0,98 – 5,10)	2,54 (1,08 – 5,93)	4,49 (1,84 – 10,95)	6,48 (2,23 – 18,78)	3,3 (1,07 – 10,21)	0,006*

<sup>#</sup>C1 (<5%E), C2 (5%E - <10%E), C3 (10%E - <15%E), C4 (15%E - <20%E), C5 (20%E - 25%E), C6 (>25%E)

\*Signifikan pada p-value <0.05: Uji regresi logistik setelah dikontrol dengan variabel perancu: tingkat pendidikan dan status ekonomi orang tua.

Berdasarkan penelitian ini, anak-anak dengan asupan gula tambahan  $\geq 15\%$ E berisiko lebih tinggi mengalami ketidacukupan asupan zat besi dan seng. Penelitian sebelumnya yang mengkaji hubungan asupan gula tambahan dengan obesitas menyebutkan bahwa

anak-anak dengan asupan gula tambahan  $\geq 10\%$ E berisiko 2,57 kali untuk memiliki berat badan berlebih dibandingkan anak dengan asupan gula tambahan <10%E<sup>47</sup>. Meskipun variabel status gizi tidak dianalisis dalam penelitian ini, hasil dari penelitian meningkatkan

kekhawatiran peneliti terkait adanya kemungkinan yang besar bahwa asupan gula tambahan yang tinggi dapat berhubungan dengan obesitas yang disertai dengan ketidakcukupan mikronutrien. Dampak jangka panjang ketidakcukupan mikronutrien utamanya zat besi dan seng pada anak diantaranya meningkatkan risiko stunting, penurunan produktivitas, rentan terkena infeksi, pertumbuhan yang terganggu serta peningkatan laju mortalitas<sup>4,48</sup>. Selain itu, defisiensi gizi mikro bersifat progresif sehingga tidak dapat diidentifikasi secara klinis apabila belum mencapai tahap akhir<sup>49</sup>.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. *Software* Nutrisurvey Indonesia maupun TKPI 2017 sebagai alat analisis data asupan belum mencakup informasi terkait jenis-jenis gula secara detail seperti gula total, gula tambahan, laktosa, dan fruktosa. Keterbatasan tersebut tentunya mempengaruhi keakuratan dalam mengestimasi asupan gula tambahan yang dimaksud peneliti dalam penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kesesuaian dengan pembatasan asupan gula tambahan rekomendasi WHO yaitu <10%E untuk mencegah dampak negatif yang mungkin ditimbulkan dari asupan gula tambahan yang berlebih. Penelitian ini menjadi pandangan dan fokus baru bagi masyarakat terkait dampak negatif dari asupan gula tambahan yang berlebihan pada anak-anak yang ternyata juga terbukti berhubungan dengan penurunan asupan zat besi serta seng. Meskipun hubungan asupan gula tambahan dengan penurunan asupan mikronutrien terbukti pada penelitian ini, perlu ditekankan bahwa konsumsi makanan gizi seimbang diperlukan untuk memastikan kualitas diet dan mikronutrien yang optimal bagi anak. Hal ini dapat dipenuhi melalui konsumsi makanan yang padat gizi, termasuk tiga kali makan utama dan dua kali makan selingan dalam sehari, yang terdiri dari makanan utuh sebagai sumber karbohidrat, protein hewani, lemak, dan vitamin serta mineral.

Penelitian ini menemukan susu kental manis dapat berkontribusi dalam pemenuhan asupan mikronutrien melalui fortifikasi. Walaupun demikian, penelitian ini tidak menganjurkan pemenuhan mikronutrien yang mengutamakan dari produk bergula yang difortifikasi seperti susu kental manis. Konsumsi susu kental manis sebaiknya dibatasi maksimal 1 sajian per hari, sedangkan susu formula 1-2 sajian per hari. Pemenuhan kebutuhan energi harian lainnya diutamakan berasal dari makanan utama dan selingan dengan prinsip gizi seimbang bagi anak usia 24-59 bulan.

## KESIMPULAN

Asupan gula tambahan yang lebih tinggi memiliki hubungan signifikan dengan penurunan zat besi dan seng pada anak-anak usia 24-59 bulan di Provinsi Jawa Tengah yang menunjukkan terjadinya dilusi mikronutrien. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji hubungan asupan gula tambahan dengan potensi timbulnya masalah obesitas yang disertai kekurangan mikronutrien.

## ACKNOWLEDGEMENT

Terimakasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Republik Indonesia untuk penyediaan data sekunder Survei Diet Total Provinsi Jawa Tengah 2014.

## Konflik Kepentingan dan Sumber Pendanaan

Semua penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini. Penelitian ini didanai secara mandiri oleh peneliti.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan RI. *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. Laporan Nasional Riskesdas 2018* (2018).
2. Radix A., I., Vadivel, V., Nohr, D. & Konrad Biesalski, H. Dietary Formulation to Overcome Micronutrient Deficiency Status in Indonesia. *Nutr Food Sci* **42**, 362–370 (2012).
3. UNICEF. Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress. in *Division of Communication, UNICEF* 3–4 (2013). doi:978-92-806-4686-3.
4. Bailey, R. L., West Jr., K. P. & Black, R. E. The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies. *Ann Nutr Metab* **66**, 22–33 (2015).
5. Blaney, S., Februhartanty, J. & Sukotjo, S. Feeding Practices Among Indonesian Children Above Six Months of Age: A Literature Review on Their Magnitude and Quality (Part 1). *Asia Pac J Clin Nutr* **24**, 16–27 (2015).
6. Kementerian PPN/Bappenas. *Kajian Sektor Kesehatan Pembangunan Gizi di Indonesia. Kementerian PPN/Bappenas* (Kementerian PPN/Bappenas, 2019).
7. Denney, L. et al. Nutrient Intakes and Food Sources of Filipino Infants, Toddlers and Young Children are Inadequate: Findings from the National Nutrition Survey 2013. *Nutrients* **10**, 1730 (2018).
8. Medise, B. E. The Role of Iron for Supporting Children's Growth and Development. *World Nutrition Journal* **5**, 16–21 (2021).
9. Berawi, K. N. et al. Decreasing Zinc Levels in Stunting Toddlers in Lampung Province, Indonesia. *Biomedical and Pharmacology Journal* **12**, 239–243 (2019).
10. Brown, J. E. et al. *Nutrition through the Life Cycle*. (Wadsworth Cengage Learning, 2011).
11. Jati, I. R. A. P., Vadivel, V., Nöhr, D. & Biesalski, H. K. Nutrient density score of typical Indonesian foods and dietary formulation using linear programming. *Public Health Nutr* **15**, (2012).
12. Usfar, A. A. & Fahmida, U. Do Indonesians follow its Dietary Guidelines? - evidence related to food consumption, healthy lifestyle, and nutritional status within the period 2000-2010. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* vol. 20 Preprint at (2011).
13. Prawirohartono, E. P., Lestari, S. K., Nurani, N. & Sitaresmi, M. N. Difference in Nutrient Biomarkers Concentration by Habitual Intake of Milk among Preschool Children in an Urban Area of Indonesia. *J Hum Nutr Food Sci* **3**, 1055 (2015).
14. Mok, A., Ahmad, R., Rangan, A. & Louie, J. C. Y. Intake of Free Sugars and Micronutrient Dilution in Australian Adults. *Am J Clin Nutr* **107**, 94–104 (2018).
15. World Health Organization (WHO). *Guideline:*

- Sugars Intake for Adults and Children*. vol. 57 (2018).
16. Drewnowski, A. & Fulgoni, V. L. Nutrient Density: Principles and Evaluation Tools. *Am J Clin Nutr* **99**, 1223S-1228S (2014).
  17. Fujiwara, A., Okada, E., Okada, C., Matsumoto, M. & Takimoto, H. Association Between Free Sugar Intake and Nutrient Dilution Among Japanese Children and Adolescents: the 2016 National Health and Nutrition Survey, Japan. *British Journal of Nutrition* **125**, 1394–1404 (2021).
  18. Wong, T. H. T., Mok, A., Ahmad, R., Rangan, A. & Louie, J. C. Y. Intake of Free Sugar and Micronutrient Dilution in Australian Children and Adolescents. *Eur J Nutr* **58**, 2485–2495 (2019).
  19. Louie, J. C. Y. & Tapsell, L. C. Association Between Intake of Total vs Added Sugar on Diet Quality: A Systematic Review. *Nutr Rev* **73**, 837–857 (2015).
  20. Fulgoni III, V. L., Gaine, P. C., Scott, M. O., Ricciuto, L. & Difrancesco, L. Micronutrient Dilution and Added Sugars Intake in U.S. Adults: Examining This Association Using NHANES 2009–2014. *Nutrients* **12**, (2020).
  21. Kant, A. K. Reported Consumption of Low-Nutrient-Density Foods by American Children and Adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* **157**, 789 (2003).
  22. Webb, K. L. *et al.* Consumption of 'extra' foods (energy-dense, nutrient-poor) among children aged 16-24 months from western Sydney, Australia. *Public Health Nutr* **9**, 1035–1044 (2006).
  23. Maunder, E. M. W., Nel, J. H., Steyn, N. P., Kruger, H. S. & Labadarios, D. Added Sugar, Macro- and Micronutrient Intakes and Anthropometry of Children in a Developing World Context. *PLoS One* **10**, e0142059 (2015).
  24. Overby, N. C., Lillegaard, I. T., Johansson, L. & Andersen, L. F. High Intake of Added Sugar Among Norwegian Children and Adolescents. *Public Health Nutr* **7**, 285–293 (2004).
  25. Ruottinen, S. *et al.* High Sucrose Intake is Associated with Poor Quality of Diet and Growth Between 13 Months and 9 Years of Age: The Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project. *Pediatrics* **121**, (2008).
  26. Gibson, S., Francis, L., Newens, K. & Livingstone, B. Associations Between Free Sugars and Nutrient Intakes Among Children and Adolescents in the UK. *British Journal of Nutrition* **116**, 1265–1274 (2016).
  27. Fujiwara, A., Okada, E., Okada, C., Matsumoto, M. & Takimoto, H. Association Between Free Sugars Intake and Nutrient Dilution Among Japanese Adults: the 2016 National Health and Nutrition Survey, Japan. *Eur J Nutr* **59**, 3827–3839 (2020).
  28. Livingstone, M. B. E. & Rennie, K. L. Added Sugars and Micronutrient Dilution. *Obesity Reviews* **10**, 34–40 (2009).
  29. Kementerian Kesehatan RI. *Studi Diet Total: Survei Konsumsi Makanan Individu Indonesia 2014*. (Lembaga Penerbitan Badan Litbangkes Kementerian Kesehatan RI, 2014).
  30. Louie, J. C. Y. *et al.* A Systematic Methodology to Estimate Added Sugar Content of Foods. *Eur J Clin Nutr* **69**, 154–161 (2015).
  31. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)* (The National Academies Press, 2005). doi:10.17226/10490.
  32. Drewnowski, A. Concept of a Nutritious Food: Toward a Nutrient Density Score. *Am J Clin Nutr* **82**, 721–732 (2005).
  33. Murphy, S. P. & Poos, M. I. Dietary Reference Intakes: Summary of Applications in Dietary Assessment. *Public Health Nutr* **5**, 843–849 (2002).
  34. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. in *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc* (National Academies Press (US), 2001). doi:10.17226/10026.
  35. Safitri, A., Jahari, A. B. & Ernawati, F. Konsumsi Makanan Penduduk Indonesia Ditinjau Dari Norma Gizi Seimbang (Food Consumption in Term of the Norm of Balanced Nutrition). *Penelitian Gizi dan Makanan (The Journal of Nutrition and Food Research)* **39**, 87–94 (2017).
  36. Atmarita *et al.* Consumption and Sources of Added Sugar in Indonesia: A Review. *Asia Pac J Clin Nutr* **27**, 47–64 (2018).
  37. Hawkes, C., Harris, J. & Gillespie, S. Changing Diets: Urbanization and the Nutrition Transition. in *2017 Global Food Policy Report* 34–41 (International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2017). doi:10.2499/9780896292529\_04.
  38. Nurwanti, E. *et al.* Rural-Urban Differences in Dietary Behavior and Obesity: Results of the Riskesdas Study in 10-18-Year-Old Indonesian Children and Adolescents. *Nutrients* **11**, (2019).
  39. Low, Y. Q., Lacy, K. & Keast, R. The Role of Sweet Taste in Satiation and Satiety. *Nutrients* **6**, 3431–3450 (2014).
  40. de Macedo, I. C., de Freitas, J. S. & da Silva Torres, I. L. The Influence of Palatable Diets in Reward System Activation: A Mini Review. *Adv Pharmacol Sci* **2016**, (2016).
  41. Han, P., Bagenna, B. & Fu, M. The Sweet Taste Signalling Pathways in The Oral Cavity and The Gastrointestinal Tract Affect Human Appetite and Food Intake: A Review. *Int J Food Sci Nutr* **70**, 125–135 (2019).
  42. Almiron-Roig, E., Chen, Y. & Drewnowski, A. Liquid Calories and The Failure of Satiety: How Good is The Evidence? *Obesity Reviews* **4**, 201–212 (2003).
  43. Popkin, B. M. & Hawkes, C. The Sweetening of The Global Diet, Particularly Beverages: Patterns, Trends and Policy Responses for Diabetes

- Prevention. *Lancet Diabetes Endocrinol* **4**, 174 (2016).
44. Rennie, K. L. & Livingstone, M. B. E. Associations Between Dietary Added Sugar Intake and Micronutrient Intake: A Systematic Review. *British Journal of Nutrition* **97**, 832–841 (2007).
45. Gibson, S. A. Dietary Sugars Intake and Micronutrient Adequacy: A Systematic Review of The Evidence. *Nutr Res Rev* **20**, 121–131 (2007).
46. Alexy, U., Sichert-Hellert, W. & Kersting, M. Fortification Masks Nutrient Dilution due to Added Sugars in the Diet of Children and Adolescents. *J Nutr* **132**, 2785–2791 (2002).
47. Magriplis, E. *et al.* Dietary Sugar Intake and Its Association with Obesity in Children and Adolescents †. *children* **8**, 1–14 (2021).
48. Mahan, L. K. & Raymond, J. L. *Krause's Food & The Nutrition Care Process. Krause's Food & The Nutrition Care Process* (Elsevier, 2017).
49. Biesalski, H. K. & Jana, T. Micronutrients in The Life Cycle: Requirements and Sufficient Supply. *NFS Journal* **11**, 1–11 (2018).