



Analisis Kadar Kalsium pada Batita *Stunting* Kota Semarang

Revinta Nur Aulia Rochly ✉¹⁾, Ari Yuniastuti¹⁾, Lisdiana¹⁾, Nugrahaningsih WH¹⁾

¹⁾ Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Diterima:
16 Agustus 2024
Disetujui:
29 Oktober 2025
Dipublikasikan:
30 November 2025

Keywords:

Calcium; *stunting*; toddler
Kalsium; *tengkes*; balita

Abstract

Calcium (Ca) is a type of micronutrient that is important for children, especially during toddlerhood (children under three years of age), in their growth and development, where if the body lacks Ca, the bone mineralization process will be low and result in low mineralization of the matrix of new bone deposits, affecting the work of osteoblasts. As a result, children's linear growth will be hampered, and there is a risk of *stunting*. The research objective is to analyze calcium levels in *stunted* toddlers aged between 6-36 months in Semarang City. This research is an analytical observational study with a cross-sectional research design carried out in Bandarharjo and Tanjungmas sub-districts. The research sample consisted of 20 *stunting* toddlers and 20 non-*stunting* (normal) toddlers with an age range of 6-36 months. The independent variable in this study itself is blood calcium levels. The statistical analysis used was the Mann-Whitney U test. The results revealed that Ca levels in *stunted* toddlers were 9.95 mg/dL, meanwhile for normal toddlers, it is 16.51 mg/dL. Statistically, it shows that calcium levels in *stunted* toddlers are significantly different from those in normal toddlers ($p = 0.000$). In conclusion, there is a statistically significant difference in Ca levels between *stunted* and normal toddlers aged 6-36 months in Semarang City. The findings suggest that Ca status constitutes an important nutritional factor to be addressed in efforts to prevent *stunting* among toddlers.

Abstrak

Kalsium (Ca) merupakan jenis mikronutrien yang penting bagi anak-anak terutama pada masa batita (anak usia di bawah tiga tahun) dalam pertumbuhan dan perkembangannya, dimana jika tubuh kekurangan kalsium proses mineralisasi tulang akan rendah dan mengakibatkan mineralisasi matriks deposit tulang baru rendah hingga mempengaruhi kerja dari osteoblast. Akibatnya pertumbuhan linear anak akan terhambat hingga beresiko terjadi *stunting*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kadar kalsium pada batita *stunting* dengan kisaran usia antara 6-36 bulan di Kota Semarang. Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain penelitian *cross sectional* yang dilaksanakan di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas. Sampel penelitian terdiri dari 20 batita *stunting* dan 20 batita *non-stunting* (normal) dengan kisaran usia 6-36 bulan. Variabel bebas penelitian ini sendiri adalah kadar kalsium darah. Analisis statistik yang digunakan adalah uji Mann-Whitney U. Hasil penelitian menunjukkan kadar kalsium pada batita *stunting* sebesar 9,95 mg/dL, sedangkan pada balita normal sebesar 16,51 mg/dL. Secara statistik, kadar Ca pada balita *stunting* berbeda signifikan dengan kadar kalsium pada balita normal ($p=0,000$). Disimpulkan terdapat perbedaan signifikan antara kadar kalsium pada batita *stunting* dengan batita normal usia 6-36 bulan di Kota Semarang. Temuan ini menunjukkan bahwa status kalsium merupakan faktor gizi penting yang perlu diperhatikan dalam upaya pencegahan *stunting* pada balita.

© 2025 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

E-mail: lailanh.lada@gmail.com

p-ISSN 2252-6277

e-ISSN 2528-5009

PENDAHULUAN

Stunting atau dikenal dengan gangguan perkembangan pada tubuh anak disebabkan oleh asupan gizi yang buruk, infeksi kronis yang berulang, serta minimnya stimulasi psikososial yang tidak memadai. Seorang anak dianggap *stunting* apabila tinggi badannya berada di bawah -2 standar deviasi dari nilai tengah pertumbuhan anak yang distandarisasi oleh WHO (WHO, 2006). Kondisi ini banyak terjadi pada anak usia di bawah 5 tahun, termasuk di antaranya golongan batita yang dikenal dengan masa kritis, masa dimana tubuh anak sedang membutuhkan asupan nutrisi yang cukup dan seimbang (Simamora *et al.*, 2022). Kegagalan pertumbuhan pada anak ini tidak lepas dari pembentukan tulang, yang dikenal dengan proses osifikasi endokondral terutama pada tahap mineralisasi tulang. Jika ada gangguan pada proses tersebut, pertumbuhan anak dapat terhambat. Pusat pertumbuhan anak terletak di bagian epifisis, tepatnya di lempeng epifisis yang juga dikenal dengan lempeng pertumbuhan. Kekurangan mineral tulang termasuk di antaranya kalsium dapat menghambat lempeng pertumbuhan.

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak di dalam tubuh yaitu sekitar 99% ditemukan di tulang dan gigi dalam bentuk hidroksiapatit dan 1% sisanya di dalam plasma dan cairan ekstrasvaskular. Secara fisiologi kalsium mengatur berbagai fungsi dalam tubuh, termasuk dalam mengatur homeostasis tekanan darah dan kontraksi otot jantung, di mana perubahan konsentrasi kalsium dalam darah akibat asupan kalsium yang rendah dapat mengganggu dua mekanisme utama, yaitu kadar hormon paratiroid (PTH) plasma dan jalur pensinyalan renin-angiotensin-aldosteron (Cormick *et al.*, 2015). Kalsium berperan dalam pembentukan tulang terutama pada proses mineralisasi tulang yang menjadi salah satu faktor utama dalam pertumbuhan tulang. Rendahnya mineralisasi tulang ini bergantung pada asupan kalsium yang diperoleh dan hal ini menyebabkan mineralisasi matriks deposit tulang baru yang baru rendah serta dapat mempengaruhi kerja dari osteoblast. Kekurangan atau defisiensi kalsium dalam jangka panjang akan menyebabkan struktur tulang tidak sempurna terutama pada anak-anak karena dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan linear jika kandungan kalsium di dalam tulang kurang dari 50% dari kandungan normalnya (Febria, 2020).

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa kadar kalsium darah pada anak *stunting* tergolong lebih rendah jika dibandingkan dengan anak normal. Hal ini memungkinkan adanya gangguan pada tulang, tempat penyimpanan kalsium dalam tubuh. Ketika kadar kalsium darah rendah, hormon paratiroid akan merespon dengan meningkatkan resorpsi kalsium dari tulang untuk mengembalikan kadarnya menjadi normal lagi. Selain itu, rendahnya kadar kalsium terutama karena asupan kalsium yang rendah akan mempengaruhi kerja hormon-hormon homeostasis kalsium dalam darah hingga dapat mempengaruhi peningkatan massa tulang (Srg *et al.*, 2021). Namun penelitian lain mengungkapkan hasil yang berbeda, dimana kadar kalsium dari kedua kelompok anak di atas tidak berbeda secara nyata atau tidak berarti, di mana tubuh akan selalu mempertahankan kadar kalsium dalam darah meskipun dalam rentang waktu yang sempit. Hal ini karena keseimbangan kadar kalsium dalam darah diatur oleh tiga organ utama, yaitu tulang, ginjal, dan sistem gastrointestinal, serta sejumlah hormon seperti PTH, vitamin D, dan kalsitonin (Kurniasari *et al.*, 2016).

Kota Semarang merupakan daerah Jawa Tengah yang memiliki prevalensi *stunting* terendah, yaitu 21,3% di tahun 2021 yang kemudian mengalami penurunan pada tahun 2022 menjadi 10,4% (Rohmah & Mardiana, 2023). Meskipun sudah mengalami penurunan, namun masih terdapat 10,4% kasus *stunting*. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Semarang tahun 2023, Semarang Utara menjadi wilayah dengan kasus *stunting* tertinggi tepatnya di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas yang memiliki status *stunting* tertinggi (Dinas Kesehatan Kota Semarang, 2023). Pada awal tahun 2024 kasus *stunting* di Kelurahan Tanjungmas sebesar 71 kasus dan Kelurahan Bandarharjo sebesar 43 kasus (Dinas Kesehatan Kota Semarang, 2024). Hal inilah yang melatarbelakangi perlunya melakukan penelitian untuk menganalisis salah satu faktor penyebab terjadinya *stunting* di Kota Semarang, yaitu kadar kalsium dalam darah.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif dan desain penelitian *cross-sectional study* yang dilakukan di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas, Kota Semarang pada bulan Februari-Juni 2024. Penelitian ini memiliki izin penelitian dan kelayakan etik yang diperoleh dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Universitas Negeri Semarang dengan nomor surat No. 272/KEPK/FK/KLE/2024. Sampel pada penelitian ini adalah 40 batita yang berusia kisaran 6-36 bulan, terdiri atas 20 batita *stunting* dan 20 batita normal yang berdomisili di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dengan memenuhi kriteria inklusi, yaitu bersedia menjadi subjek penelitian; usia minimal 6 bulan dan maksimal 36 bulan; dalam kondisi status *stunting*. Kriteria eksklusinya ialah mengundurkan diri menjadi subjek penelitian.

Variabel bebas penelitian ini adalah kadar kalsium darah, sedangkan variabel terikatnya adalah anak dengan status gizi *stunting*. Pengambilan data berupa sampel darah dan pengukuran antropometri anak dilakukan secara *door to door* dengan dibantu oleh tenaga medis dari Puskesmas Bulu Lor. Pemeriksaan kadar kalsium darah subjek dilakukan dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometri*) di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang yang dinyatakan dalam satuan mg/dL. Status kadar kalsium yang diperoleh dikategorikan menjadi tiga kelompok, yaitu kadar kalsium darah rendah (< 8,8 mg/dL), normal (8,8 – 10,8 mg/dL), dan tinggi (> 10,8 mg/dL) (Kurniasari *et al.*, 2016). Analisis data yang dilakukan adalah analisis univariat guna menentukan karakteristik dan distribusi data, serta analisis bivariat guna menganalisis perbedaan kadar kalsium pada batita *stunting* dan normal dengan uji *Mann-Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai analisis kadar kalsium darah pada 20 batita *stunting* dan 20 batita *non-stunting* dengan rentang usia dari 6-36 bulan yang berdomisili di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang ini didominasi oleh subjek berjenis kelamin laki-laki,

dimana untuk kelompok *stunting* sebanyak 10 batita dan kelompok *non-stunting* sebanyak 11 batita. Sementara itu, rentang usianya didominasi oleh batita usia 19-38 bulan pada kelompok *stunting* sebanyak 15 batita dan kelompok *non-stunting* sebanyak 13 batita (Tabel 1).

Tabel 1. Distribusi karakteristik subyek penelitian

Karakteristik	Kategori	<i>Stunting</i>		<i>Non-stunting</i>	
		n	%	n	%
Jenis Kelamin	Laki-laki	10	50	11	55
	Perempuan	10	50	9	45
Usia	6-18 bulan	5	25	7	35
	19-36 bulan	15	75	13	65

Keterangan: n adalah jumlah balita

Analisis Kadar Kalsium dalam Darah

Hasil penelitian menunjukkan kadar kalsium pada batita *stunting* menunjukkan rerata sebesar 9,95 mg/dL. Pada kelompok batita *stunting* kadar kalsium darah mayoritas berstatus rendah, dari 20 subjek, 10 batita (25%) di antaranya memiliki kadar kalsium yang rendah, 3 batita (7,5%) memiliki kadar kalsium normal (8,8 – 10,8 mg/dL), dan 7 balita (17.5%) memiliki kadar kalsium tinggi atau di atas 10,8 mg/dL. Pada kelompok batita normal, rerata kadar kalsium serum sebesar 16,51 mg/dL. Pada kelompok ini, mayoritas batitanya memiliki kadar kalsium tinggi yaitu sebanyak 18 balita (45%) dan 2 balita (5%) sisanya memiliki kadar kalsium normal (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis hasil kadar kalsium dalam darah

Kadar Kalsium	<i>Stunting</i>		<i>Non-Stunting</i>		p
	n	%	n	%	
Kadar kalsium rendah	10	25	0	0	0,000
Kadar kalsium normal	3	7,5	2	5	
Kadar kalsium tinggi	7	17,5	18	45	
Rata-rata	9,95		16,5		

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi tidak normal ($p < 0,05$), sehingga digunakan uji non-parametrik *Mann-Whitney*. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar kadar kalsium pada batita *stunting* dan *non-stunting* dengan kisaran usia 6-36 bulan di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas, Kota Semarang (Tabel 2).

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Srg *et al.* (2021), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada kadar kalsium kelompok *stunting* dengan kelompok *non-stunting*. Perbedaan kadar kalsium tersebut tidak bisa lepas dari faktor asupan kalsium yang diterima. Batita dengan kadar kalsium yang rendah lebih banyak terjadi pada batita *stunting*, padahal selama proses pertumbuhan kalsium berperan penting dalam proses mineralisasi tulang sehingga asupan kalsium yang cukup sangat dibutuhkan. Namun, jika asupan kalsium yang masuk dalam tubuh kurang maka kalsium yang ada dalam tulang akan dikeluarkan secara terus-menerus dan hal ini dapat mengganggu proses mineralisasi tulang.

Keseimbangan kadar kalsium dalam darah diatur oleh beberapa *calcitropic*, seperti hormon paratiroid, hormon kalsitonin, dan vitamin D (1,25-*dihydroxyvitamin D*). Ketika kadar kalsium dalam darah rendah, kelenjar paratiroid meningkatkan sekresi PTH (*parathyroid hormone*) yang menyebabkan meningkatnya absorpsi kalsium dari usus serta mengurangi ekskresi oleh ginjal. Peningkatan PTH atau hormon paratiroid yang terus menerus dapat menyebabkan hilangnya mineral tulang (kalsium dan fosfor) melalui dua mekanisme utama, yaitu PTH merangsang pelepasan kalsium dan fosfat dari tulang, sekaligus menghambat reabsorpsi fosfat di ginjal. Hormon ini meningkatkan kalsium dengan beberapa cara, seperti meningkatkan tingkat resorpsi tulang, bekerja di ginjal dengan meningkatkan aktivitas 1- α -hidroksilase di tubulus proksimal dan menghambat reabsorpsi ion fosfat dari filtrat glomerulus, dan meningkatkan produksi bentuk aktif 1,25-dihidroksivitamin D (Vuralli, 2019).

Namun, ketika kadar kalsium darah tinggi, hal tersebut akan merangsang kelenjar tiroid untuk memproduksi dan mensekresi hormon peptida, yaitu kalsitonin. Kalsitonin merupakan hormon peptida utama yang mengatur penurunan kadar kalsium darah. Hormon kalsitonin ini bekerja sebagai mekanisme umpan balik negatif untuk mengembalikan homeostasis kalsium darah dengan menghambat sekresi hormon paratiroid dan menurunkan resorpsi tulang, penyerapan kalsium di usus, dan meningkatkan ekskresi kalsium pada urin. Kadar kalsium darah tinggi, lebih banyak terjadi pada batita *non-stunting*. Meskipun begitu, belum ada tanda-tanda hiperkalsemia secara klinis. Peningkatan kadar kalsium dalam darah dapat dipicu oleh berbagai faktor, meskipun penyebab utamanya hampir selalu berkaitan dengan gangguan pada regulasi hormon yang mengatur keseimbangan kalsium, seperti PTH dan Vitamin D. Namun, kadar kalsium darah justru cenderung normal atau rendah sebagai respons terhadap kekurangan asupan terutama pada kondisi *stunting* atau malnutrisi kronis (Erdman *et al.*, 2012).

Sebaliknya, kadar kalsium yang normal di dalam darah dapat menunjukkan bahwa proses mineralisasi dan demineralisasi tulang berlangsung secara optimal dan seimbang. Hal ini dapat tercapai melalui regulasi yang sinergis dari komponen-komponen di dalam matriks tulang, termasuk aktivitas enzim Ca-ATPase yang mengatur transportasi kalsium melintasi membran sel. Jika kalsium dalam darah stabil, maka proses klasifikasi dan deklasifikasi berjalan seirama. Keseimbangan ini memastikan tulang tetap kuat tanpa menyebabkan kekurangan atau kelebihan kalsium dalam sirkulasi darah (Erdman *et al.*, 2012).

Hubungan Kadar Kalsium dengan Kejadian *Stunting*

Stunting merupakan suatu masalah pada pertumbuhan linier anak tepatnya pada lempeng epifisis yang proses pertumbuhannya terhambat, dapat disebabkan oleh asupan nutrisi yang kurang atau tidak tercukupi, salah satunya adalah asupan kalsium. Kalsium merupakan salah satu mineral tulang yang berperan penting dalam pertumbuhan, pembentukan, dan perbaikan tulang. Kalsium ini berperan dalam proses mineralisasi tulang terutama mineralisasi yang baik ketika tulang sedang dalam masa tumbuhnya, memungkinkan terjadi pertumbuhan linier yang optimal dan normal (Febriani *et al.*, 2020).

Osifikasi endokondral merupakan proses pembentukan tulang di tulang panjang yang rentan terganggu jika tubuh kekurangan kadar kalsium hingga 50% dari total kadar normal. Osifikasi endokondral ini adalah proses yang sudah diatur dalam pembentukan dan pertumbuhan linier tulang

panjang setelah kelahiran. Proses ini diatur untuk melibatkan penggantian model tulang rawan sebagai struktur sementara, dengan tulang yang termineralisasi, yang bagian intergalnya ada di bagian tulang lempeng epifisis, yaitu bagian pertumbuhan pada tulang di metafisis tulang panjang (Staines *et al.*, 2012). Lempeng epifisis ini disebut juga dengan lempeng pertumbuhan, yang merupakan tempat pertumbuhan dan juga perkembangan tulang di masa pertumbuhan (Qi *et al.*, 2022).

Proses pembentukan tulang ini membutuhkan model berupa kartilago atau tulang rawan yang kemudian nantinya akan terganti menjadi tulang sejati. Proses osifikasi endokondral diawali ketika sel-sel mesenkimal berdiferensiasi menjadi sel kondrosit. Kemudian sel kondrosit tadi akan mengalami proliferasi, yaitu akan membelah dan berkembang dengan cepat. Selain itu, pada tahap ini osteoblast memproduksi matriks ekstraseluler organik kartilago dan membentuk perikondrium. Setelahnya akan mengalami hipertofi atau sel kondrosit akan membesar membentuk rongga-rongga beraturan dan akan menghasilkan kolagen tipe X (Li *et al.*, 2022). Setelah selesai tahap hipertrofi, matriks tulang rawan mengalami pertumbuhan pembuluh darah di pusat osifikasi primer yang terletak di diafisis dan akan mulai mengapur. Sel osteoblas yang bekerja pada proses ini akan memproduksi matriks tulang baru dan osteoklast akan menghancurkan sel kondrosit yang terperangkap di antara matriks anorganik tulang oleh osteoklast. Matriks tulang yang terbentuk sebelumnya akan mengalami remodeling menjadi tulang yang matang (Li *et al.*, 2022).

Menurut Lotsari *et al.* (2018), pada proses osifikasi endokondral, tahap mineralisasi menjadi tahap yang berperan penting terhadap kuat lemahnya tulang yang terbentuk. Proses mineralisasi tulang membutuhkan beberapa komponen penting, seperti mineral kalsium (Ca^{2+}) dan fosfat anorganik (Pi), matriks ekstraseluler kaya kolagen (ECM) yang menjadi faktor penting dalam proses ini, dan Alkaline Phosphatase (ACP), suatu ektoenzim yang terikat pada membran osteoblast (Lotsari *et al.*, 2018). Proses mineralisasi atau kalsifikasi tulang sendiri terdiri dari beberapa tahap dengan tahap awal terjadi ketika vesikel matriks intraseluler membungkus komponen penting mineralisasi seperti kalsium dan fosfat menjadi butiran takberaturan atau bulat dan mengangkutnya ke zona celah matriks kolagen. Selanjutnya, vesikel tadi akan menyusup dan menyimpan isinya di celah kolagen. Kemudian butiran vesikel yang berisi komponen penting tadi akan bertransformasi menjadi apatit tulang di sepanjang sumbu panjang kolagen hingga sepenuhnya matang. Pada tahap ini, terjadi pembentukan kristal hidroksiapatit, bahan utama proses mineralisasi tulang.

Kadar kalsium darah yang normal menjadi parameter kunci yang bagi keseimbangan antara mineralisasi dan resorpsi tulang; di mana kadar kalsium yang normal mengindikasikan fungsi sistem biologis yang terkontrol dan efektif dalam menjaga kesatuan struktural tulang. Namun, defisiensi kalsium pada balita *stunting* di Kelurahan Bandarharjo dan Tanjungmas, terutama di kawasan pesisir terjadi karena faktor yang multifaktorial. Analisis dari data wawancara menguatkan bahwa asupan kalsium dari MP-ASI tidak memadai, yang diperparah oleh kemungkinan defisiensi Vitamin D. Secara konkuren, dengan kondisi sanitasi lingkungan dan akses air bersih yang buruk, memicu infeksi saluran cerna berulang yang mengakibatkan malabsorpsi, sehingga kalsium yang dikonsumsi menjadi tidak terserap secara efisien dan berakhir mengganggu regulasi kalsium secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil analisis ini dapat mengindikasikan perlunya penerapan penanganan terpadu yang berfokus pada penguatan edukasi bagi ibu untuk mengoptimalkan Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) dengan nutrisi kaya kalsium dan Vitamin D yang mudah dijangkau, seperti ikan kecil dan produk susu terjangkau. Selain itu, pemantauan dan pemberian suplementasi bagi anak melalui pusat layanan kesehatan primer (Puskesmas) diperlukan untuk memperbaiki penyerapan kalsium dengan optimal. Sebagai rekomendasi kebijakan, pemerintah daerah dianjurkan untuk memprioritaskan perbaikan prasarana sanitasi dan akses air bersih di kawasan padat penduduk wilayah pesisir.

SIMPULAN

Kadar kalsium pada batita *stunting* adalah sebesar 9,95 mg/dL, sedangkan pada batita *non-stunting* sebesar 16,51 mg/dL. Secara statistik, ada perbedaan yang signifikan antara kadar kalsium pada batita *stunting* dan *non-stunting* usia 6-36 bulan di Kelurahan Bandarlhajo dan Tanjungmas, Kota Semarang. Kebijakan pemerintah daerah guna memutuskan siklus infeksi dan malabsorpsi yang berakibat terjadinya *stunting* dianjurkan untuk memprioritaskan perbaikan pada akses sanitasi dan air bersih di kawasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Cormick, G., Ciapponi, A., Cafferata, M. L., & Belizán, J. M. (2015). Calcium supplementation for prevention of primary hypertension. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6, CD010037. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010037.pub2>
- Dinas Kesehatan Kota Semarang. (2023). *Portal Satu Data Indonesia tingkat Kota Semarang*. Diakses pada 19 Februari 2024 dari <https://data.semarangkota.go.id/?bulanStunting=Februari&tahunStunting=2023>
- Dinas Kesehatan Kota Semarang. (2024). *Portal Satu Data Indonesia Tingkat Kota Semarang*. Diakses pada 19 Februari 2024 dari <https://data.semarangkota.go.id/?bulanStunting=Januari&tahunStunting=2024>.
- Erdman, J. W., MacDonald, I. A., & Zeisel, S. H. (2012). *Present knowledge in nutrition* (10th ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119946045>
- Febria, C. (2020). Hubungan kadar kalsium dalam PASI dari asupan bayi dengan panjang badan bayi usia 6-12 bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya Padang 2017. *Human Care Journal*, 5(3), 682–687. <https://doi.org/10.25077/jka.v6i3.754>
- Febriani, A. D. B., Daud, D., Rauf, S., Nawing, H. D., Ganda, I. J., Salekede, S. B., Angriani, H., Maddeppungeng, M., Juliaty, A., Alasiry, E., Artaty, R. D., Lawang, S. A., Ridha, N. R., Laompo, A., Rahimi, R., Aras, J., & Sarmila, B. (2020). Risk factors and nutritional profiles associated with stunting in children. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition*, 23(5), 457-463. <https://doi.org/10.5223/pghn.2020.23.5.457>.
- Kurniasari, Y., Juffrie, M., Sitaresmi, M. N., & Jamil, M. D. (2016). Kadar kalsium serum pada anak *stunting* dan tidak *stunting* usia 24-59 bulan. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 2(3), 108–115. <https://doi.org/10.22146/ijcn.23109>
- Li, H., Li, M., Ran, X., Cui, J., Wei, F., Yi, G., Chen, W., Luo, X., & Chen, Z. (2022). The role of zinc in bone mesenchymal stem cell differentiation. *Cellular Reprogramming*, 24(2), 80–94. <https://doi.org/10.1089/cell.2021.0137>
- Lotsari, A., Rajasekharan, A. K., Halvarsson, M., & Andersson, M. (2018). Transformation of amorphous calcium phosphate to bone-like apatite. *Nature Communications*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06570-x>

- Qi, L., Jiang, Y., Wang, Y., Peng, C., & Wu, D. (2022). The use of the pediatric physeal slide-traction plate in the treatment of Neer–Horwitz grade IV proximal humeral fractures in children: A case report and literature review. *Frontiers in Surgery*, 9, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.960541>
- Rohmah, A. N., & Mardiana, M. (2023). Hubungan tingkat kecukupan protein, zink, pendapatan perkapita, dan sanitasi lingkungan dengan kejadian *stunting* pada balita di Kelurahan Tanjung Mas Kota Semarang. *Nutrizione (Nutrition Research and Development Journal)*, 3(3), 11–24. <https://doi.org/10.15294/nutrizione.v3i3>
- Simamora, M., Damanik, R. K., Sipayung, N., & Zandroto, J. (2022). Pendidikan Kesehatan tentang Praktek Pemberian Makan yang Benar pada Batita. *Jurnal Abdimas Mutiara*, 3(2), 347–352. <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JAM/article/view/3200>
- Srg, I. R., Nasution, S. B., Sofia, E., & Pane, H. F. (2021). Analisis kadar kalsium dan magnesium terhadap kejadian *stunting* balita di Puskesmas Titipapan Medan Deli. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13(2), 517–524. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v13i2.1938>
- Staines, K., MacRae, V. E., & Farquharson, C. (2012). The importance of the SIBLING Family of proteins on skeletal mineralisation and bone remodelling. *Journal of Endocrinology*, 214(3), 241–255. <https://doi.org/10.1530/JOE-12-0143>
- Vuralli, D. (2019). Clinical approach to hypocalcemia in newborn period and infancy: Who should be treated? *International Journal of Pediatrics*, 2019, Article 4318075. <https://doi.org/10.1155/2019/4318075>
- World Health Organization. (2006). *WHO child growth standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development*. Departement of Nutrition for Health and Development. <https://www.who.int/publications/i/item/924154693X>