

PENGARUH PEMBERIAN MAKANAN TAMBAHAN (PMT) BERBASIS DAUN KELOR DAN IKAN LAUT TERHADAP KADAR ZINC SERUM BALITA STUNTING DI SEDAN KABUPATEN REMBANG TAHUN 2022

A. Yuniastuti¹, AD Safarina^{2*}, Nugrahanigsih WH³, Lisdiana⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229.

*Email: agnesdwisafarina@gmail.com

Abstrak

*Studi ini berfokus pada pentingnya zinc (Zn) sebagai mikronutrien esensial dalam kesehatan balita, terutama pada anak di bawah lima tahun. Zinc berperan dalam perbaikan jaringan dan fungsi tulang, dan kekurangan zinc dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan potensi stunting pada balita. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini menguji efek dari memberikan makanan tambahan berbasis daun kelor (*Moringa oleifera*) dan ikan air laut kepada balita yang mengalami stunting. Penelitian dilakukan pada 30 balita dengan status gizi stunting dan stunting berat di wilayah kerja Puskesmas Sedan, Kabupaten Rembang. Selama 63 hari, balita tersebut diberikan makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah intervensi, kadar zinc dalam darah dan tinggi badan rata-rata balita mengalami peningkatan. Ada juga hubungan yang signifikan antara kadar zinc dan tinggi badan balita, menunjukkan bahwa peningkatan kadar zinc berhubungan erat dengan peningkatan tinggi badan. Dalam kesimpulan, pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut memiliki dampak positif terhadap kadar zinc dan tinggi badan balita stunting di Puskesmas Sedan, Kabupaten Rembang. Ini menunjukkan bahwa intervensi semacam itu dapat berpengaruh positif pada kesehatan balita dan potensial untuk mengatasi masalah stunting.*

Kata kunci: balita, PMT, stunting, zinc

PENDAHULUAN

Zinc (Zn) adalah elemen penting bagi kesehatan manusia, juga dikenal sebagai logam kehidupan karena berperan dalam pertumbuhan sel, perbaikan jaringan, sintesis protein dan DNA, kelenjar tiroid, dan mengoptimalkan fungsi tulang (Kaur, 2014). Zinc merupakan mikronutrien penting yang berperan dalam sintesis protein, metabolisme sel, dan menjaga kestabilan membran sel. Nutrisi zinc sangat penting untuk bayi dan anak-anak. Kekurangan Zinc yang diakibatkan oleh penyerapan Zinc yang buruk dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, lesi kulit, gangguan pencernaan, kehilangan nafsu makan, gangguan fungsi kekebalan tubuh, dan retardasi pertumbuhan, yang berpotensi membahayakan nyawa bayi dan anak-anak (Kambe, 2015).

Konsentrasi Zinc yang tinggi dalam tulang dianggap sebagai komponen penting dari matriks kalsifikasi. Zinc memiliki efek stimulasi pada pembentukan tulang osteoblas melalui sintesis kolagen. Zinc meningkatkan efek anabolik IGF-I dalam sel osteoblas [Prodam, 2013]. Faktor pertumbuhan mirip insulin 1 (IGF-1) adalah faktor pertumbuhan yang disintesis di hati, IGF-1 memainkan peran penting dalam pertumbuhan. Melalui loop umpan balik negatif, kadar IGF-1 mempengaruhi pelepasan GH dari hipofisis (Himoto, 2018). Suplementasi Zinc selama lebih dari 8 minggu meningkatkan IGF-1 secara signifikan. Ada peningkatan produksi hormon pertumbuhan (GH) dan pertambahan panjang tubuh setelah suplementasi Zinc oral (Ryu, 2020).

Stunting adalah kondisi kekurangan gizi kronis pada anak yang menyebabkan postur tubuh pendek dan memicu gangguan lain seperti penurunan daya tahan tubuh dan kecerdasan (Berawi, 2019). Kekurangan gizi kronis merupakan salah satu penyebab terjadinya stunting di Indonesia. Stunting di Indonesia tidak hanya terjadi pada balita dari keluarga miskin, tetapi juga terjadi pada

balita dari keluarga dengan status keluarga berkecukupan dan menengah. Pengaturan pemberian makanan yang tepat dapat membantu balita keluar dari masalah stunting. Pengaturan makanan bergizi seimbang pada balita, selain bersumber dari Air Susu Ibu (ASI), juga dapat dibantu dengan pemberian makanan tambahan (PMT). Zat Zinc bersumber dari berbagai makanan, salah satunya adalah olahan kelor dan ikan laut. Mengonsumsi PMT yang terbuat dari daun kelor dan ikan laut merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi kasus stunting pada anak di Indonesia. Salah satu cara untuk menganalisis manfaat PMT berbahan dasar daun kelor dan ikan laut yang tinggi Zinc dalam penanganan kasus stunting, maka perlu dilakukan pengujian kadar Zinc sebelum dan sesudah pemberian PMT berbahan dasar daun kelor dan ikan laut.

Metode pengujian sampel serum darah digunakan untuk menentukan jumlah kadar zinc dalam darah balita stunting. Hubungan antara kadar zinc dengan pertumbuhan balita dikaitkan dengan fungsi zinc yang meningkatkan sekresi hipofisis sebagai bahan baku hormon pertumbuhan (GH). Serum merupakan salah satu penanda biologis atau biomarker yang digunakan untuk menilai status Zinc pada individu (Pramono, 2016). Dengan metode pemeriksaan serum darah, dapat diketahui perbandingan kadar zinc pada balita stunting sebelum dan sesudah intervensi PMT berbasis daun kelor dan ikan laut.

Kabupaten Rembang merupakan daerah dengan prevalensi balita stunting tertinggi di Jawa Tengah. Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2022, kasus stunting di Kabupaten Rembang sebesar 18 persen dari total jumlah balita. Jumlah kasus stunting tertinggi berada di Kecamatan Sedan dengan 802 kasus, Kecamatan Rembang dengan 643 kasus, dan Kecamatan Pamotan dengan 573 kasus. Sementara itu, angka prevalensi stunting tertinggi berada di Kecamatan Pancur sebesar 23,29%, Kecamatan Sluke sebesar 21,91%, dan Kecamatan Sedan sebesar 21,77%. Hal inilah yang melatarbelakangi perlunya intervensi pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut kaya zinc untuk membantu percepatan penurunan stunting di Kabupaten Rembang, khususnya di Kecamatan Sedan karena memiliki jumlah balita stunting dan angka prevalensi stunting yang cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai hubungan intervensi pemberian makanan tambahan (PMT) berbasis daun kelor (*Moringa oleifera*) dan ikan laut pada balita stunting terhadap kadar zinc serum darah.

METODE

Sampel dalam penelitian ini adalah 30 balita dengan kondisi stunting yang tinggal di wilayah kerja Puskesmas Sedan, Kabupaten Rembang. Sampel diambil secara acak dengan cara purposive sampling. Kriteria inklusi meliputi: bersedia menjadi subjek penelitian; usia minimal 7 bulan dan maksimal 60 bulan; berada dalam status gizi stunting, orang tua/wali bersedia mengisi informed consent. Kriteria eksklusi meliputi: subjek penelitian tidak dapat ditemui sehingga data menjadi tidak lengkap; mengundurkan diri saat penelitian berlangsung, meninggal dunia. Intervensi pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut selama 10 minggu. Pengambilan 3 mL darah dari sampel dan pengukuran tinggi badan sebelum dan sesudah intervensi. Pengukuran kadar Zinc dalam serum darah dilakukan dengan metode AAS. Pemeriksaan kadar Zinc melalui serum darah merupakan pemeriksaan yang paling sering digunakan karena paling mencerminkan asupan Zinc tubuh dan tingkat validitas yang tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan Zinc menggunakan plasma atau jaringan lain. Analisis statistik kadar Zinc menggunakan Paired T-test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai analisis kadar zinc sebelum dan sesudah pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut pada 30 balita dengan status gizi stunting dan rentang usia antara 13 - 56 bulan yang berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Sedan, Kabupaten Rembang pada bulan

Agustus - Oktober 2022. Responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini adalah responden yang telah lolos seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Penelitian dilakukan selama 70 hari, dimulai dari tanggal 15 Agustus 2022 sampai dengan 24 Oktober 2022

Tabel 1. Tinggi Badan Balita

	Jumlah sampel	Rata-rata (cm)	Nilai minimal (cm)	Nilai maksimal (cm)
Sebelum intervensi	30	82.497	68,5	96,5
Sesudah intervensi	30	86.770	76,0	103,0
Persentase kenaikan			4,7%	

Hasil analisis statistik normalitas data menunjukkan nilai p yang signifikan yaitu $0,900 > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data tinggi badan balita sebelum dan sesudah intervensi berdistribusi normal. Hasil uji korelasi atau hubungan antara kedua variabel tinggi badan awal dan tinggi badan akhir menunjukkan korelasi sebesar 0,916 dengan nilai signifikansi 0,001. Karena nilai signifikansi $0,916 >$ probabilitas 0,05, maka dapat dikatakan bahwa tidak ada hubungan antara variabel tinggi badan sebelum dan tinggi badan sesudah intervensi.

Berdasarkan tabel output paired samples test, nilai Sig. (2-tailed) adalah $0.01 < 0.05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata antara tinggi badan sebelum intervensi dan tinggi badan setelah intervensi. Hal ini berarti ada pengaruh pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut dalam meningkatkan tinggi badan pada balita stunting di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang. Dari tabel tersebut juga diperoleh informasi mengenai mean paired differences adalah -4,2733. Nilai ini menunjukkan perbedaan antara rata-rata tinggi badan sebelum intervensi dengan rata-rata tinggi badan setelah intervensi.

Setelah melakukan uji T berpasangan antara tinggi badan sebelum dan tinggi badan setelah intervensi PMT. Selanjutnya dilakukan perhitungan gain ternormalisasi atau N-gain score yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan metode atau perlakuan tertentu dalam penelitian one group pretest posttest design. Dengan menghitung selisih antara nilai pretest dan posttest atau gain score, maka akan diketahui tingkat efektivitas intervensi pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut dalam meningkatkan tinggi badan balita. Berdasarkan perhitungan uji N-gain score diperoleh hasil bahwa nilai rata-rata N-gain score tinggi badan sebesar 1,25 atau 125% termasuk dalam kategori sangat efektif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa intervensi PMT berbasis daun kelor dan ikan laut sangat efektif untuk meningkatkan tinggi badan pada balita stunting di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang.

Tabel 2. Rata-rata kadar Zinc dalam darah

Kadar Zinc dalam darah	n	Rata-rata ($\mu\text{mol/L}$)	Nilai terendah ($\mu\text{mol/L}$)	Nilai tertinggi ($\mu\text{mol/L}$)
Sebelum intervensi	30	4.33664	0,489	9,483
Sesudah intervensi	30	7.88177	0,489	14,408

Hasil analisis statistik normalitas data menunjukkan nilai p yang signifikan yaitu $0,001 > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data kadar zinc balita sebelum dan sesudah intervensi tidak berdistribusi normal atau tidak homogen. Uji Paired T test dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan

rata-rata dua sampel atau dua kelompok yang berpasangan atau berhubungan. Karena nilai rata-rata kadar zinc sebelum intervensi PMT sebesar $4.33664 \mu\text{mol/L}$ < nilai rata-rata kadar zinc setelah intervensi PMT sebesar $7.88177 \mu\text{mol/L}$, maka secara deskriptif terdapat perbedaan rata-rata antara kadar zinc sebelum dan sesudah intervensi PMT. Hasil uji korelasi atau hubungan antara kedua variabel kadar Zinc awal dan kadar Zinc akhir menunjukkan korelasi sebesar 0,018 dengan nilai signifikansi 0,925. Karena nilai signifikansi $0,018 < \text{probabilitas } 0,05$, maka dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara variabel kadar Zinc sebelum dan kadar Zinc setelah intervensi.

Berdasarkan tabel output paired samples test, nilai Sig. (2-tailed) adalah $0.01 < 0.05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata antara kadar zinc sebelum intervensi dan kadar zinc setelah intervensi. Hal ini berarti ada pengaruh pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut dalam meningkatkan kadar zinc pada balita stunting di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang. Dari tabel tersebut juga diperoleh informasi mengenai perbedaan rata-rata berpasangan yaitu sebesar -3,545126. Nilai ini menunjukkan perbedaan antara rata-rata kadar zinc sebelum intervensi dengan rata-rata kadar zinc setelah intervensi.

Setelah melakukan uji T berpasangan antara kadar zinc sebelum dan kadar zinc setelah intervensi PMT. Selanjutnya dilakukan perhitungan gain ternormalisasi atau N-gain score yang bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan suatu metode atau perlakuan tertentu dalam penelitian one group pretest posttest design. Dengan menghitung selisih antara nilai pretest dan posttest atau gain score, maka akan diketahui tingkat efektivitas intervensi pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut dalam meningkatkan kadar zinc balita. Berdasarkan perhitungan uji N-gain score didapatkan hasil bahwa nilai rata-rata N-gain score tinggi badan sebesar 0,61 atau 61% termasuk dalam kategori cukup efektif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa intervensi PMT berbasis daun kelor dan ikan laut cukup efektif dalam meningkatkan kadar zinc pada balita stunting di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang.

Tabel 3. Sebaran balita berdasarkan status gizi TB/U dan status Zinc

Zinc Level ($\mu\text{mol/L}$)	Nutritional status (TB/U)					
	Severely stunted		Stunted		Normal	
	f	%	f	%	f	%
Severe zinc deficiency ($< 4,6 \mu\text{mol/L}$)	3	5	20	33	1	2
Mild zinc deficiency ($< 9,2 \mu\text{mol/L}$)	0	0	23	38	8	13
Normal zinc levels ($10.0-18.4 \mu\text{mol/L}$)	0	0	2	4	3	5
Total	n = 60 (100%)					

Koefisien korelasi sebesar -0,295, yang berdasarkan pedoman nilai koefisien korelasi keeratan hubungannya cukup. Hasil yang diperoleh juga menunjukkan arah atau jenis hubungan antara kadar zinc dengan kejadian stunting, koefisien korelasi sebesar -0,295 bernilai negatif, sehingga hubungan keduanya tidak searah. Oleh karena itu, jika kadar zinc meningkat maka kejadian stunting akan menurun. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,022, karena nilai sig. (2-tailed) $0,022 < 0,05$, maka terdapat hubungan yang signifikan antara kadar zinc serum dengan kejadian stunting pada balita. Karena terdapat perbedaan yang signifikan, maka menjawab rumusan penelitian mengenai pengaruh kadar zinc terhadap tinggi badan balita stunting.

Kadar Zinc (Zn) yang rendah dapat dikaitkan dengan stunting pada balita. Stunting didefinisikan sebagai kondisi di mana anak-anak memiliki tinggi badan yang jauh di bawah rata-rata tinggi badan anak seusianya, yang mengindikasikan adanya gangguan pertumbuhan dan

perkembangan. Anak-anak dengan kadar serum zinc yang rendah lebih mungkin mengalami stunting dibandingkan dengan anak-anak dengan kadar zinc yang normal. Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar zinc yang rendah dapat berkontribusi pada stunting dengan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tulang dan jaringan lainnya.

Suplementasi zinc meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi risiko stunting pada balita dengan kadar zinc yang rendah. Studi ini menemukan bahwa suplementasi zinc meningkatkan tinggi dan berat badan pada anak-anak ini dan mengurangi kejadian stunting. Temuan ini menunjukkan bahwa kadar zinc yang rendah dapat berkontribusi terhadap stunting pada balita, dan suplementasi zinc mungkin efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan mengurangi risiko stunting pada anak-anak dengan kadar zinc yang rendah.

Penentuan status kecukupan asupan Zinc serum darah ditentukan berdasarkan angka kecukupan Zinc harian, yaitu rata-rata yang dianjurkan untuk dikonsumsi oleh balita per orang per hari. Menurut Institute of Medicine (IOM), kadar zinc darah pada anak usia 1-9 tahun dikategorikan sebagai berikut:

- a. Kekurangan Zinc yang parah pada anak biasanya ditandai dengan kadar Zinc dalam darah kurang dari 30 $\mu\text{g/dL}$ atau 4,6 $\mu\text{mol/L}$.
- b. Kekurangan Zinc ringan dapat ditandai dengan kadar Zinc dalam darah kurang dari 60 $\mu\text{g/dL}$ atau 9,2 $\mu\text{mol/L}$.
- c. Kadar Zinc yang normal ditandai dengan kadar Zinc dalam darah sebesar 65-120 $\mu\text{g/dL}$ atau 10,0-18,4 $\mu\text{mol/L}$.
- d. Toksisitas Zinc ringan pada anak-anak biasanya ditandai dengan kadar Zinc dalam darah antara 150-229 $\mu\text{g/dL}$ atau 22,9-35,1 $\mu\text{mol/L}$,
- e. Toksisitas Zinc yang parah dapat ditandai dengan kadar Zinc dalam darah lebih dari 230 $\mu\text{g/dL}$ atau 35,3 $\mu\text{mol/L}$.

Homeostasis Zinc dalam tubuh manusia terjadi melalui mekanisme yang kompleks, yang melibatkan penyerapan, transportasi, dan penyimpanan Zinc dalam tubuh. Zinc merupakan mineral penting bagi tubuh manusia, terutama dalam menjaga fungsi sistem imun dan metabolisme. Homeostasis Zinc dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, antara lain: penyerapan Zinc dari makanan, transportasi Zinc dalam darah, penyimpanan Zinc dalam tubuh, dan regulasi hormon (Prasad, 2013).

Zinc diserap di usus halus melalui transporter besi, seperti divalent metal transporter 1 (DMT1) dan zinc transporter 1 (ZIP1). Penyerapan Zinc dari makanan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti keasaman lambung dan ketersediaan protein. Zinc diangkut dalam darah melalui protein pengikat Zinc, seperti albumin, transferin, dan metalothionein. Protein-protein ini membantu mengatur konsentrasi Zinc dalam darah dan memasok Zinc ke seluruh tubuh. Sebagian besar Zinc disimpan dalam sel darah merah dan hati. Selain itu, Zinc juga disimpan dalam jaringan seperti tulang, otot, dan ginjal. Hormon seperti insulin, testosteron, dan hormon pertumbuhan dapat mempengaruhi homeostasis Zinc dalam tubuh.

Tinggi badan pada balita berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tentang standar antropometri anak adalah gambaran pertumbuhan panjang atau tinggi badan pada anak sesuai dengan tingkat usia. Gambaran ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi anak dengan kategori pendek (stunted) atau sangat pendek (severely stunted) yang disebabkan oleh kekurangan gizi dalam waktu yang lama atau penyakit. Pengukuran tinggi badan balita menggunakan stadiometer, dengan ketelitian 0,1 cm (Prayoga, 2017). Metode pengukuran tubuh menggunakan stadiometer yang dipasang di dinding, untuk penggunaan klinis. Posisi sampel balita harus terstandarisasi, balita berdiri tegak dengan kepala, bahu, dan bokong menempel pada dinding stadiometer.

Pertambahan tinggi badan merupakan tanda pertumbuhan dan pemanjangan tulang. Proses pembentukan tulang atau osteogenesis dan penulangan yang terjadi pada tulang panjang disebut dengan osifikasi endokondral. Osifikasi endokondral merupakan proses pembentukan tulang yang membutuhkan model berupa tulang rawan (kartilago). Sehingga tulang rawan tersebut digantikan oleh tulang sejati. Tulang rawan terbentuk melalui proses osifikasi endokondral, dimana tulang rawan hialin (kartilago) diubah menjadi tulang yang terdiri dari jaringan tulang matang dan korteks tulang. Proses ini melibatkan beberapa tahap yang kompleks, termasuk proliferasi, diferensiasi, hipertrofi, dan mineralisasi sel tulang rawan.

Tahap pertama dalam pembentukan tulang rawan adalah proliferasi kondroblas, yaitu sel-sel yang menghasilkan matriks ekstraseluler tulang rawan. Sel-sel ini terus berkembang dan menghasilkan matriks, sehingga tulang rawan tumbuh dan menjadi lebih besar. Tahap berikutnya adalah diferensiasi kondroblas menjadi kondrosit, sel matang yang terperangkap dalam matriks tulang rawan. Selanjutnya, kondrosit mulai mengalami hipertrofi, yaitu membesar dan menghasilkan kolagen tipe X (Li, 2022).

Kemudian, matriks tulang rawan mulai mengalami mineralisasi, yaitu pengendapan garam mineral, terutama kalsium dan fosfat, di dalam matriks tulang rawan. Proses mineralisasi ini dilakukan oleh sel osteoblas yang berasal dari periosteum atau perikondrium. Sel-sel ini menghasilkan matriks tulang baru, dan mengurangi jumlah sel tulang rawan dengan menghancurkan matriks tulang rawan. Sel-sel tulang rawan yang tersisa akan mengalami apoptosis dan matriks tulang yang terbentuk akan mengalami remodeling untuk membentuk tulang yang matang (Li, 2022).

Pemanjangan tulang panjang pada balita terjadi melalui proses yang dikenal sebagai osifikasi endokondral, yang melibatkan penggantian jaringan tulang rawan secara bertahap dengan jaringan tulang pada lempeng pertumbuhan yang terletak di ujung tulang panjang. Lempeng pertumbuhan atau lempeng epifisis, terdiri dari tulang rawan hialin yang bertanggung jawab untuk pertumbuhan tulang. Kondrosit, sel khusus di dalam tulang rawan, mengalami pembelahan sel dan membuat jaringan tulang rawan baru di lempeng epifisis. Ketika sel-sel tulang rawan membelah dan jaringan tulang rawan baru terbentuk, sel-sel tulang rawan yang lebih tua di bagian atas lempeng epifisis terdorong lebih dekat ke tulang, sel-sel tulang rawan yang lebih tua ini pada akhirnya mengalami kematian sel, menyisakan ruang-ruang kecil di dalam matriks tulang rawan. Pembuluh darah yang membawa osteoblas, sel-sel yang bertanggung jawab untuk pembentukan tulang, bergerak ke dalam ruang-ruang ini, osteoblas kemudian menyetorkan lapisan jaringan tulang ke permukaan tulang rawan, secara bertahap menggantikan tulang rawan dengan tulang, ketika jaringan tulang terbentuk, osteoblas menjadi terperangkap di dalamnya dan berdiferensiasi menjadi osteosit, sel-sel tulang dewasa yang mempertahankan jaringan tulang, proses pertumbuhan tulang rawan yang diikuti dengan pembentukan tulang ini terus berlanjut hingga tulang mencapai panjang akhirnya dan lempeng pertumbuhan menutup.

KESIMPULAN

Sebelum intervensi dengan makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut, sebagian besar balita mengalami defisiensi Zinc, dengan 70% mengalami defisiensi berat dan 30% mengalami defisiensi ringan. Setelah intervensi, terjadi peningkatan signifikan dalam profil kadar Zinc, dengan hanya 4% balita mengalami defisiensi berat, 76% mengalami defisiensi ringan, dan 20% mengalami defisiensi sedang. Ini menunjukkan bahwa intervensi makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut berhasil meningkatkan kadar Zinc dalam serum darah balita stunting di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang.

Sebelum intervensi, sebagian besar balita mengalami stunting, dengan 90% dari mereka memiliki pertumbuhan tinggi badan di bawah standar, dan 10% dalam kondisi sangat pendek

(stunting). Setelah intervensi, meskipun sebagian masih mengalami stunting, terjadi peningkatan yang signifikan dalam tinggi badan. Sebanyak 64% balita mengalami peningkatan panjang badan mendekati standar, 3% masih dalam kondisi sangat pendek (severely stunted), dan 33% mencapai status tinggi badan normal. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian makanan tambahan berbasis daun kelor dan ikan laut berpengaruh positif pada pertumbuhan tinggi badan balita stunting di Puskesmas Sedan Kabupaten Rembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Berawi, K. N., Nurul Hidayati, M., Susianti, S., W. Perdami, R. R., Susantiningsih, T., & Maskoen, A. M. (2019). Decreasing zinc levels in stunting toddlers in Lampung Province, Indonesia. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 12(1), 239–243. <https://doi.org/10.13005/bpj/1633>.
- Himoto, T., & Masaki, T. (2018). Associations between zinc deficiency and metabolic abnormalities in patients with chronic liver disease. *Nutrients*, 10(1), 88. <https://doi.org/10.3390/nu10010088>.
- Kambe, T., Tsuji, T., Hashimoto, A., & Itsumura, N. (2015). The physiological, biochemical, and molecular roles of zinc transporters in zinc homeostasis and metabolism. *Physiological reviews*.
- Kaur, K., Gupta, R., Saraf, S. A., & Saraf, S. K. (2014). Zinc: The Metal of Life. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 358–376. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12067>.
- 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>.
- Pramono, A., Panunggal, B., Anggraeni, N., & Zen Rahfiludin, M. (2016). Asupan Zinc, Kadar Serum Zinc, dan Stunting pada Anak Sekolah di Pesisir Semarang. *Gizi Pangan*, 11(1), 19-26. Retrieved from <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jgizipangan/article/view/13165/9917>.
- Prasad A.S. (2013). Discovery of human Zinc deficiency: Its impact on human health and disease. *Adv. Nutr.* 4:176–190. doi: 10.3945/an.112.003210.
- Prayoga, R. K. (2017). Alat Ukur Cerdas Tinggi dan Berat Badan Berstandar IMT Berbasis Atmega 16 (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo).
- Prodan, F., & Aimaretti, G. (2013). Could zinc supplementation improve bone status in growth hormone (GH) deficient children? *Endocrine*, 43(3), 467–468. doi:10.1007/s12020-013-9888-z.
- Ryu, M.-S., & Aydemir, T. B. (2020). Zinc. *Present Knowledge in Nutrition*, 393–408. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-66162-1.00023-8>.
- Shiota, J., Tagawa, H., Izumi, N., Higashikawa, S., & Kasahara, H. (2014). Effect of zinc supplementation on bone formation in hemodialysis patients with normal or low turnover bone. *Renal Failure*, 37(1), 57–60. <https://doi.org/10.3109/0886022x.2014.959412>.