

## **POTENSI BEBERAPA IKAN SUNGAI BATANGHARI SEBAGAI SUPLEMEN ZINK BAGI ANAK DENGAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA)**

Dewi Kurniasih<sup>1</sup>, Aminahtun Latifah<sup>2</sup>, Ahmad Syarthibi<sup>3</sup>,  
Dimas Andrianto<sup>4</sup>, Fahmi Hafid<sup>5</sup>  
Poltekkes Kemenkes Jambi<sup>1,2,3</sup>  
Institut Pertanian Bogor<sup>4</sup>  
Poltekkes Kemenkes Surabaya<sup>5</sup>  
d67kurniasih@gmail.com<sup>1</sup>

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kandungan zink pada beberapa jenis ikan yang berasal dari sungai Batanghari sebagai alternatif suplemen zink pada anak dengan ISPA. Metode yang digunakan adalah deskriptif analitik dengan menganalisis hasil pemeriksaan kadar zink dan membandingkan kadar zink pada jenis spesimen yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan kadar zink pada ikan Lambak lebih tinggi dibandingkan kadar zink pada ikan Gabus dan ikan Patin, yaitu sebesar 1,474 mg/100 mg pada spesimen daging dan 1,571 mg/100 mg pada daging, kulit dan tulang. Hasil dari uji statistik menunjukan ada perbedaan kandungan zink pada ikan gabus, patin dan lambak ( $p < 0,05$ ).

Kata Kunci: Supplement zink, Ikan sungai, Infeksi Saluran Pernapasan Akut

### **ABSTRACT**

*This study aims to analyze the zinc content in several types of fish from the Batanghari River as an alternative zinc supplement for children with ISPA. The method used is descriptive analytical to analyzing the results of the zinc level examination and comparing zinc levels in different types of specimens. The results of the research showed that the average zinc content in gabus fish, patin, and lambak was 0.7867 mg/100 gr. The result showed that there is a difference the average zinc content in gabus fish, patin, and lambak ( $p < 0,05$ ).*

*Keywords: Zinc supplementation; River fish; Acute Respiratory Infection.*

### **PENDAHULUAN**

ISPA adalah penyakit yang menyerang saluran pernafasan bagian atas, berlangsung selama 14 hari atau lebih disebabkan oleh mikroorganisme yang menyerang salah satu bagian, atau lebih dari saluran napas. Menurut Kemenkes 2023 di Indonesia penyakit ISPA masih merupakan penyebab utama kesakitan dan kematian balita yaitu sebesar 28%. Cakupan penemuan pneumonia pada balita di Indonesia 36,9 % dan di provinsi Jambi 9,9% (Kementrian Kesehatan, 2024)

ISPA adalah infeksi yang terjadi pada bagian sinus, tenggorokan, saluran udara, atau paru-paru. Infeksi yang terjadi lebih sering disebabkan oleh virus. ISPA umumnya ditularkan melalui droplet. Pada sebagian patogen penularan melalui cara lain, seperti melalui kontak dengan tangan atau permukaan yang terkontaminasi. Faktor risiko yang berkontribusi terhadap insiden ISPA adalah kurangnya pemberian ASI eksklusif, gizi kurang, polusi udara dalam ruangan (indoor air pollution), Berat Badan Lahir Rendah (BBLR), kepadatan penduduk dan kurangnya imunisasi campak (Ismawati, 2022)

Balita merupakan kelompok usia yang masih rentan dengan permasalahan kesehatan dan gizi. Status gizi diyakini dapat mempengaruhi sistem imun seseorang, terutama balita. Status gizi buruk dapat menyebabkan kerusakan mukosa sebagai sistem imunitas primer, sehingga meningkatkan resiko terjadinya penyakit ISPA yang berlanjut menjadi pneumonia pada anak kecil terutama apabila terdapat gizi kurang dan dikombinasi dengan keadaan lingkungan yang tidak hygiene. Kekurangan gizi (malnutrisi) menjadi penyebab masalah kesehatan bagi masyarakat khususnya di negara berkembang seperti Indonesia (Fadila & Siyam, 2022)

Tingginya insiden penyakit infeksi juga dapat merupakan indikasi defisiensi seng, karena seng dapat menurunkan fungsi kekebalan. Sumber zink (Zn) terdapat pada berbagai jenis bahan pangan. Di dalam tubuh, sistem penyerapan seng yang berasal dari sumber hewani berlangsung lebih baik daripada yang berasal dari bahan nabati. Kebutuhan tubuh akan Zn dapat dipenuhi dari berbagai jenis makanan maupun produk suplemen yang dikonsumsi. Protein pada ikan selain merupakan sumber nutrisi juga memiliki sifat fungsional yang penting untuk kesehatan (Hartoyo, 2022)

Pemenuhan nutrisi merupakan salah satu hal yang penting dalam proses penyembuhan dimana protein mampu mempercepat proses dalam penyembuhan. Pemenuhan protein yang mudah dan relatif terjangkau dapat ditemukan pada ikan. Kandungan zat gizi yang terdapat pada ikan adalah protein, albumin, lemak, glukosa, mineral, zink, Cu, Fe dan mineral. Dengan pengkonsumsian rutin ikan gabus memiliki dampak baik terhadap proses penyembuhan luka dan sebagai penatalaksanaan penyerta dengan diagnosis penyakit lainnya (Safitri et al., 2022).

Di provinsi Jambi terdapat banyak jenis ikan air tawar yang berasal dari perairan sungai Batanghari. Beberapa jenis ikan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat diantaranya ikan gabus, patin dan lambak. Potensi ikan yang besar dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif suplemen. Pemenuhan nutrisi melalui supplement juga memiliki tingkat efektivitas yang baik Tujuan penelitian ini adalah menganalisa kandungan Zn pada ikan gabus, patin dan ikan lambak yang berasal dari sungai Batanghari sebagai suplemen zink bagi penderita ISPA.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dimulai pada bulan April-September 2024 yang dilaksanakan di kota Jambi. Sample penelitian yang digunakan adalah tiga jenis ikan sungai batanghari yaitu ikan Gabus, ikan Patin dan ikan Lambak. Ada lima ekor ikan untuk masing-masing jenisnya yang didapatkan dari beberapa tempat yang berbeda. Tahap pertama yang dilakukan adalah tahap persiapan dimana semua sample dari ketiga jenis ikan akan dibersihkan dan dicuci bersih dengan air mengalir. Ikan yang sudah bersih dibagi menjadi dua bagian yaitu satu bagian proporsi daging ikan saja dan satu bagian lagi dengan proporsi daging ikan beserta kulit dan tulangnya.

Proses selanjutnya spesimen ikan tersebut dihaluskan dan ditambahkan dengan pereaksi asam. Proses preparasi sample menggunakan metode destruksi basah dengan

memanaskan sampel ikan di atas hotplate dan menambahkan Asam Nitrat pekat ( $\text{HNO}_3$ ) sebanyak 10 mL hingga mengalami perubahan warna yang signifikan perubahan uap kuning menjadi putih dan larutan menjadi jernih. Hasil destruksi tersebut kemudian disaring.

Proses selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan kadar zink menggunakan metode Spektroskopi emisi atom plasma yang diinduksi (ICP-OES). Kadar zink yang diperoleh dari hasil pemeriksaan selanjutnya dianalisa menggunakan uji one way anova untuk melihat perbedaan kadar zink berdasarkan jenis ikan dan jenis spesimen.

## HASIL PENELITIAN

Tabel.1  
Gambaran kadar Zink pada ikan Gabus, Patin dan Lambak berdasarkan specimen (daging) dan (daging kulit, tulang)

| Jenis specimen<br>(Daging) | Kadar Zink (mg/100g) |             |        | Anova |
|----------------------------|----------------------|-------------|--------|-------|
|                            | Mean                 | Min -Max    | SD     |       |
| Ikan Gabus                 | 0,379                | 0,35 – 0,40 | 0,0159 | 0,000 |
| Ikan Patin                 | 0,507                | 0,48 – 1,52 | 0,0116 |       |
| Ikan Lambak                | 1.474                | 1,46 – 1,50 | 0,0151 |       |
|                            |                      |             |        |       |
| (Daging, Kulit, Tulang)    |                      |             |        | 0,000 |
| Ikan Gabus                 | 0,354                | 0,34 – 0,38 | 0,0135 |       |
| Ikan Patin                 | 0,435                | 0,42 – 1,45 | 0,0108 |       |
| Ikan Lambak                | 1,571                | 1,54 – 1,60 | 0,0197 |       |

Berdasarkan hasil uji anova didapatkan nilai  $p < 0,05$  yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar zink pada ikan gabus dengan patin dan lambak. Kadar zink pada ikan lambak lebih tinggi dibandingkan kadar zink pada ikan gabus dan ikan patin.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata kadar zink pada ikan berdasarkan jenis specimen. Perbedaan ini juga disebabkan karena keberadaan mineral pada organisme perairan dipengaruhi oleh daya absorpsi makanan dari berbagai zat yang tersuspensi dalam perairan tempat tinggalnya. Kemampuan organisme untuk mengabsorpsi berbagai zat tersuspensi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi suhu lingkungan, ukuran organisme, spesies, pH dan kondisi kelaparan dari organisme. Selain itu perbedaan kadar mineral juga dapat disebabkan oleh perbedaan jenis spesies, konsentrasi mineral dalam habitat dan fase pertumbuhan (Sukma et al., 2022)

Jika dalam tubuh ikan terkandung kadar logam zink yang tinggi dan melebihi batas normal yang telah ditentukan, hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pencemaran lingkungan, karena biota air seperti ikan merupakan salah satu biota air yang dapat mengakumulasi logam. Terkait dengan hal tersebut, secara umum logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh ikan melalui beberapa jalan, yaitu saluran pencernaan, saluran pernapasan, dan penetrasi melalui kulit. Konsentrasi logam berat zink (Zn) pada sedimen di kanal Kota Makassar diperoleh hasil konsentrasi logam berat zink (Zn) yang paling tinggi yaitu 338,87  $\mu\text{g/g}$ . Dampak yang dirasakan oleh

masyarakat setelah mengonsumsi Ikan Nila yang mengandung logam berat zink (Zn) yang paling tinggi yaitu gemetar (Siti et al., 2022)

Perbedaan ukuran ikan seharusnya mempengaruhi konsentrasi mineral yang terkandung dalam tubuh ikan, karena semakin besar ukuran ikan maka tingkat memakannya juga akan semakin banyak, sehingga semakin besar ikan semakin banyak pula konsentrasi bahan organik yang diabsorpsi. Dalam penelitian ini perbedaan ukuran ikan tidak terdapat perbedaan, hal ini disebabkan oleh perbedaan jenis makanan yang dikonsumsi oleh biota tersebut atau kondisi lingkungan tempat hidupnya. Kandungan mineral yang terdapat pada suatu biota perairan dapat dipengaruhi oleh makanan serta kemampuan untuk menyerap kandungan mineral yang terdapat pada lingkungan perairan tempat makhluk hidup tersebut tinggal (Jusuf et al., 2021)

Ikan merupakan protein hewani yang banyak mengandung zink. Protein hewani diketahui lebih unggul dibandingkan protein nabati. Protein hewani memiliki asam amino esensial yang lebih lengkap dibandingkan dengan protein nabati. Keunggulan lain protein hewani yaitu memiliki bioavailabilitas yang lebih baik. Bahwa persentase balita yang mengalami stunting paling banyak terdapat pada balita dengan asupan protein hewani kurang (83%). Begitupun sebaliknya, balita yang tidak stunting paling banyak ditemukan pada balita dengan asupan protein hewani cukup (67%)(Haryani et al., 2023)

Protein berperan dalam pembentukan jaringan baru dan mengganti jaringan yang rusak pada anak. Mineral zink juga berperan untuk sintesis, sekresi, dan pengendalian hormone pertumbuhan (Growth Hormon). Apabila seorang balita tidak terpenuhi kecukupan proteinnya menyebabkan rusaknya produksi Insulin-like Growth Factor (IGF)-1 yang memengaruhi pertumbuhan tulang sehingga dapat menghambat laju pertumbuhan anak balita. Zink dan protein berperan penting dalam mencegah terjadinya stunting pada anak balita (Hawani et al., 2024)

Zink berperan dalam kejadian stunting pada balita. Kekurangan zink dapat berdampak buruk pada pertumbuhan balita karena menyebabkan stunting. Asupan zink perlu ditingkatkan untuk dapat memperoleh berbagai manfaat yang diberikan zat gizi mikro ini. Konsumsi zink yang bersumber dari hewani lebih diutamakan karena lebih mudah diserap dan dimanfaatkan tubuh. Hasil penelitian Purwandini menunjukkan adanya pengaruh konsumsi zink dengan kejadian stunting. Hal ini dikarenakan berbagai fungsi zink dalam tubuh yang penting untuk pertumbuhan diantaranya berperan dalam sintesis hormon pertumbuhan, membantu pemanjangan tulang, meningkatkan sistem imun, serta meningkatkan kepekaan indra pengecap yang membuat nafsu makan meningkat (Purwandini & Atmaka, 2023)

Defisiensi Zn dikaitkan juga dengan kejadian diare, penurunan fungsi imunitas serta kegagalan pertumbuhan. Kegagalan pertumbuhan secara bersama-sama dijumpai dengan penurunan konsentrasi IGF-I. Menurunnya konsentrasi IGF-I disebabkan bukan hanya karena kekurangan energi protein tetapi juga kekurangan Zn. Anak yang mempunyai kadar Zn serum. endah 92.5% mempunyai kadar IGF-1 serum yang rendah. Anak yang mempunyai kadar Zn serum yang rendah beresiko 8.983 kali lebih besar mempunyai kadar IGF-1 yang rendah dibandingkan dengan anak yang mempunyai kadar Zn serum normal. Insulin-like Growth Factor I merupakan mediator hormon pertumbuhan yang berperan sebagai suatu growth promoting factor dalam proses pertumbuhan. Pemberian suplemen Zn dapat meningkatkan konsentrasi plasma Insulin-like (Flora et al., 2021)

Zink perlu didistribusikan dengan baik ke semua kompartemen tubuh manusia

untuk memenuhi berbagai fungsi. Tidak dapat disangkal bahwa harus ada proses yang kompleks untuk homeostasis dan untuk memastikan alokasi zink yang tepat, karena kandungan seng antara berbagai organ sangat berbeda. Prostat, pankreas, dan tulang mengandung zink yang cukup tinggi, sekitar 100 hingga 250 µg/g. Konsentrasi seng di jantung, otak, dan plasma relatif rendah, yaitu 1 hingga 23 µg/g. Meskipun plasma hanya memiliki kandungan seng sekitar 1 µg/g, plasma mungkin merupakan reservoir terpenting untuk homeostasis zink. Secara total, tubuh manusia dewasa mengandung sekitar 2,6 g seng. Proporsi terbesar ditemukan di tulang dan otot rangka (~86%), diikuti oleh kulit (4,2%) dan hati (3,4%). Perlu dicatat bahwa beberapa entitas yang mengandung zink, termasuk timus dan selaput lendir, tidak termasuk dalam perhitungan, sehingga total kandungan seng sebenarnya dari tubuh manusia lebih tinggi dari 2,6 g yang diperkirakan (Lall & Kaushik, 2021).

Zink berperan dalam menjaga sistem imun. Kekurangan zink kronis menyebabkan gangguan pusat sistem saraf dan fungsi otak. Kekurangan zink juga mengganggu fungsi kelenjar tiroid dan laju metabolisme, gangguan nafsu makan, penurunan ketajaman indera rasa serta memperlambat penyembuhan luka. Defisiensi seng ditandai dengan gangguan pertumbuhan dan kematangan seksual. Fungsi pencernaan bermasalah, (Amaliah & Fery, 2021; Liu et al., 2023) di dalam tubuh cenderung mengalami penurunan dalam mempertahankan fungsi kekebalan. Penurunan sistem kekebalan serta meningkatnya kejadian infeksi dapat diakibatkan oleh rendahnya kadar Zn di dalam tubuh. Defisiensi Zn yang parah dicirikan dengan menurunnya fungsi sel imun dalam menghadapi agen infeksi. Zn mampu berperan di dalam meningkatkan respon tanggap kebal secara nonspesifik maupun spesifik. Sel makrofag yang berperan di dalam sistem tanggap kebal akan mengalami kendala dalam membunuh agen infeksi intraseluler, menurunnya produksi sitokin dan kendala dalam proses fagositosis. Respon imun yang terganggu menyebabkan terjadinya perubahan resistensi terhadap infeksi (Maywald & Rink, 2022).

ISPA pada anak juga dapat mempengaruhi saluran pencernaan berupa diare, dan juga dapat mempengaruhi organ lain. Zinc menstabilkan struktur membran dan memodifikasi fungsi membran dengan cara berinteraksi dengan oksigen, nitrogen dan ligan sulfur makromolekul hidrofilik serta aktivitas antioksidan. Zinc melindungi membran dari efek agen infeksius dan dari peroksidasi lemak dengan meningkatkan pembentukan immunoglobulin A sekretori. Zinc dibutuhkan dalam imunitas spesifik untuk proliferasi limfosit sebagai respon terhadap interleukin-1 (IL-1) dan interleukin-2 (IL-2). Perkembangan limfosit B juga dipengaruhi oleh zinc. Defisiensi zinc menghalangi perkembangan limfosit B di sumsum tulang serta menurunkan jumlah limfosit B di lien. Zinc dibutuhkan untuk mitogenik limfosit B dan respon sitokin terhadap lipopolisakaridase (Fadila & Siyam, 2022).

Pemberian zink sebagai suplemen pada terapi pneumonia pada anak khususnya untuk usia 1 bulan sampai 60 bulan efektif menurunkan length of stay hospital (lama perawatan di rumah sakit) serta mampu mengontrol kekambuhan pneumonia, menurunkan suhu badan dan sesak nafas. Selain itu pemberian suplementasi zinc sangat efektif dalam pencegahan penyakit ISPA pada anak usia 2-5 tahun. Selain itu, konsumsi atau pemberian sapslemen zink pada anak usia 2-5 tahun terbukti efektif dalam masa penyembuhan ISPA pada kelompok umur tersebut. Balita dengan gizi kurang sangat berisiko mengalami ISPA. Dalam keadaan gizi yang baik, tubuh mempunyai cukup kemampuan untuk mempertahankan diri terhadap infeksi. Jika keadaan gizi menjadi buruk maka reaksi kekebalan tubuh akan menurun yang berarti kemampuan tubuh

mempertahankan diri terhadap serangan infeksi menjadi turun (Adiwinoto et al., 2024).

Pemberian suplemen Zinc merupakan suatu upaya yang efektif dalam mencegah malnutrisi (*stunting* dan *wasting*) sehingga dapat meningkatkan derajat kesehatan balita. Manifestasi klinis anak yang kekurangan asupan zinc yaitu menurunnya nafsu makan, kemampuan penyembuhan infeksi yang lama, menurunnya sistem imunitas tubuh, hingga menyebabkan kematian. Suplementasi zinc dan pemberian makanan sumber protein dapat diberikan sebagai pendamping suplementasi vitamin A dosis tinggi, sehingga efektif meningkatkan kadar kalsium yang dapat mempercepat proses remodelling tulang dan memperbaiki pertumbuhan linier balita *stunting*. (Hendrayanti et al., 2021): Anak yang mengalami *stunting* beresiko 5,667 kali mempunyai kadar Zn yang rendah dan anak dengan kadar Zn serum yang rendah beresiko 8,983 kali mempunyai kadar IGF-1 serum yang rendah juga. Zn dan IGF-1 diperlukan dalam proses pertumbuhan anak (Flora et al., 2021).

Suplemen zinc dan vitamin C juga efektif dalam menurunkan kejadian ISPA. Hal ini disebabkan karena zinc berperan membantu penyerapan vitamin C yang mampu meningkatkan kadar lymphocyte. Vitamin C dan zinc memiliki aktivitas antioksidan dan dapat mengurangi stres oksidatif serta peradangan, efek yang meningkatkan sintesis vasopresor, meningkatkan fungsi sel kekebalan tubuh, meningkatkan fungsi endovaskular, dan menyediakan modifikasi imunologis epigenetik (Ajeng Pm Subagio, 2021)

Suplementasi zinc secara signifikan juga efektif dalam mengurangi durasi efusi pleura, mempercepat normalisasi tingkat saturasi oksigen, menurunkan demam, dan menormalkan laju pernapasan. Zinc memiliki efektivitas pada pasien anak dengan pneumonia untuk menurunkan durasi efusi pleura, menurunkan demam, normalisasi tingkat saturasi oksigen, dan menormalkan laju pernapasan. Zinc diperlukan untuk fungsi sistem kekebalan tubuh dan metabolisme sel. Zinc juga memiliki peran sebagai integritas lapisan epitel pernapasan di dalam sistem imun. Suplementasi zinc pada anak dengan pneumonia dipengaruhi oleh perbedaan dosis zinc, wilayah penelitian dan musim (Rs et al., 2024)

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan kadar zinc pada ikan Lambak lebih tinggi dibandingkan kadar zinc pada ikan Gabus dan ikan Patin. Hasil dari uji statistik menunjukkan ada perbedaan kandungan zinc pada ikan gabus, patin dan lambak ( $p < 0,05$ ).

## SARAN

Kepada masyarakat diharapkan untuk rutin mengonsumsi ikan khususnya bagi anak-anak untuk menambah asupan zinc dari sumber makanan lain. Sangat dianjurkan untuk mengonsumsi ikan lambak atau yang sejenisnya karena kadar zinc nya lebih tinggi dibanding ikan lain. Sebagai salah satu suplemen zinc ikan lambak dapat diolah menjadi makanan jajanan atau cracker yang lebih diminati oleh anak-anak.

Diperlukan sosialisasi kepada masyarakat melalui posyandu, puskesmas ataupun kader kesehatan yang ada di desa tentang pentingnya zinc sebagai salah satu elemen dalam menjaga imunitas tubuh terutama balita dan anak-anak. Bagi penulis selanjutnya diharapkan melakukan penelitian lebih mendalam terkait kandungan mikroelemen dalam berbagai jenis makanan sebagai zat gizi yang sangat diperlukan untuk tumbuh kembang anak dan pencegahan terhadap berbagai penyakit infeksi maupun *stunting*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinoto, R. P., Umijati, S., Graciela, A. M., Rahmadita, A. P., & Putra, O. N. (2024). Kejadian Stunting dengan Infeksi Saluran Nafas Akut pada Anak Usia 4 Tahun: Laporan Kasus. *Maternal & Neonatal Health Journal*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.37010/mnhj.v5i1.1422>
- Ajeng Pm Subagio, A. E. D. (2021). Hubungan Konsumsi Suplemen Mikronutrien terhadap Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan, 2021. *Jurnal Ilmiah Maksitek*, 6(2), 59–66. <https://www.makarioz.sciencemakarioz.org/index.php/JIM/article/view/249>
- Amaliah, N., & Fery. (2021). Peran Beberapa Zat Gizi Mikro untuk Meningkatkan Sistem Imunitas Tubuh dalam Pencegahan COVID-19. *Science Education and Learning Journal*, 1(1), 16–23. <https://doi.org/10.54339/scedule.v1i1.97>
- Fadila, F. N., & Siyam, N. (2022). Faktor Risiko Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Anak Balita. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 6(4), 320–331. <https://doi.org/10.15294/higeia.v6i4.56803>
- Flora, R., Zulkarnain, M., Fajar, N. A., Faisa, A. F., Nurlaili, N., Ikhsan, I., Slamet4, S., Tanjung, R., & Aguscik, A. (2021). Kadar Zinc dan Kadar Igf-1 Serum pada Anak Sekolah Dasar di Kecamatan Tuah Negeri Kabupaten Musirawas. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 16(1), 1–6. <https://doi.org/10.36086/jpp.v16i1.667>
- Hartoyo, B. (2022). Perbaikan Mutu Gizi Bahan Pangan Melalui Biofortifikasi Kandungan. *Jurnal Agrifoodtech*, 1(1), 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v1i1.53>
- Haryani, V. M., Putriana, D., & Hidayati, R. W. (2023). Asupan Protein Hewani berhubungan dengan Stunting pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Minggir. *Amerta Nutrition*, 7(2), 139–146. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2SP.2023.13>
- Hawani, I. T., Suryani, D., Natan, O., & Meriwati, M. (2024). Hubungan Asupan Protein dan Zink dengan Kejadian Stunting pada Anak Balita. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 9(2), 214. <https://doi.org/10.30829/jumantik.v9i2.21259>
- Hendrayanti, Martha, S., & Titi Toewo, A. (2021). Peranan Zinc dan Asam Amino Sistein pada Peningkatan Kadar Kalsium dan Berat Badan Serta Asupan Energi Balita Stunting Setelah Pemberian Vitamin A Dosis Tinggi. *Media Gizi Pangan*, 28(1), 61–70. <https://journal.poltekkes-mks.ac.id/ojs2/index.php/mediagizi/article/view/2104>
- Ismawati, I. (2022). Faktor Penyebab Terjadinya ISPA pada Balita di Puskesmas Perawatan Morokay Kecamatan Seram Utara Timur Kobi Kabupaten Maluku Tengah. *Journal of Health Quality Development*, 2(2), 73–81. <https://doi.org/10.51577/jhqd.v2i2.401>
- Jusuf, D. D., Pinontoan, O. R., & Akili, R. H. (2021). Analisis Kandungan Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Air dan Ikan di Tambak Ikan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa Tahun 2021. *Kesmas*, 10(6), 82–92. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/download/35456/33182>
- Kementrian Kesehatan (2024) *Profil Kesehatan Indonesia 2023* (K. kesehatan R. Indonesia (ed.); p. 550) Jakarta Kementerian Kesehatan RI 2024.
- Lall, S. P., & Kaushik, S. J. (2021). Nutrition and Metabolism of Minerals in Fish. *Animals*, 11(9), 1–41. <https://doi.org/10.3390/ani11092711>

- Liu, J., Ma, F., Degen, A., & Sun, P. (2023). The Effects of Zinc Supplementation on Growth, Diarrhea, Antioxidant Capacity, and Immune Function in Holstein Dairy Calves. *Animals*, 13(15), 2493. *Calves. Animals*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/ani13152493>
- Maywald, M., & Rink, L. (2022). Zinc in Human Health and Infectious Diseases. *Biomolecules*, 12(12), 1748. <https://doi.org/10.3390/biom12121748>
- Purwandini, S., & Atmaka, D. R. (2023). Pengaruh Kecukupan Konsumsi Zink dengan Kejadian Stunting: Studi Literatur. *Media Gizi Kesmas*, 12(1), 509–515. <https://doi.org/10.20473/mgk.v12i1.2023.509-515>
- Rs, J., Raya, F., & Selatan, J. (2024). Efektivitas Suplementasi Zinc terhadap Pasien Anak dengan Pneumonia : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. 346–357. <https://jurnal.stikes-yrsds.ac.id/JMK/article/view/1945/367%0A%0A>
- Safitri, A. I., Saidah, Q., & Nurhayati, C. (2022). Literatur Review; Pengaruh Pemberian Olahan Ikan Gabus terhadap Proses Penyembuhan Luka DM. *Jurnal Ilmiah Keperawatan Stikes Hang Tuah Surabaya*, 17(1), 55–56. <https://doi.org/10.30643/jiksht.v17i1.169>
- Siti, H., Syam, N., & Batara, A. S. (2022). Analisis Konsentrasi Logam Berat Seng (Zn) pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Kanal Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 3(6), 1046–1055. <https://doi.org/10.33096/woph.v3i6.754>
- Sukma, Mismawati, A., Pamungkas, B. F., Diachanty, S., & Zuraida, I. (2022). Komposisi Proksimat dan Profil Mineral Tulang dan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(3), 185–191. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmthp/article/view/36798>