

Profil Kadar Besi Serum pada Anak Usia Sekolah yang Tinggal di Area Pertambangan Emas Skala Kecil di Sepang Simin, Gunung Mas

Serum Iron Profiles in School-Age Children Living Near Artisanal Gold Mining in Sepang Simin, Gunung Mas

Noor Fadillah¹

Dwi Purbayanti^{2*}

Ika Putri Andini³

Windya Nazmatur Rahmah³

Faradila³

Fera Sartika⁴

¹Universitas Muhammadiyah Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

^{2,3,4} Universitas Muhammadiyah Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

*email: dwipurbayanti@gmail.com

Abstrak

Penambangan Emas Skala Kecil (*Artisanal and Small-Scale Gold Mining/ASGM*) masih banyak dilakukan di Indonesia dan berpotensi menimbulkan paparan merkuri yang dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat terutama pada anak sebagai kelompok rentan. Paparan merkuri diketahui dapat mengganggu metabolisme zat besi dan proses hematopoiesis. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil kadar besi serum pada anak-anak yang bermukim di sekitar kawasan ASGM di Desa Sepang Simin, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. Penelitian ini menerapkan desain deskriptif kuantitatif dengan pendekatan cross-sectional study yang melibatkan 43 anak usia 9–12 tahun. Sampel darah vena diambil untuk memperoleh serum dan dilakukan pemeriksaan kadar besi serum menggunakan metode Iron-Ferrozine dengan fotometer Biosystem BTS-350. Analisis data dilakukan secara deskriptif serta uji beda melalui Independent Sample t-test. Hasil penelitian memperlihatkan bahwasanya sebagian besar responden memiliki kadar besi serum dalam kisaran normal (86%), sedangkan 14% responden memiliki kadar besi serum rendah. Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan signifikan kadar besi serum antara anak laki-laki dan perempuan ($p = 0,025$), dengan rerata kadar besi serum pada anak laki-laki lebih rendah dibandingkan perempuan. Temuan ini menunjukkan bahwa status zat besi pada anak di wilayah pertambangan tidak sekadar terpengaruh faktor nutrisi dan pertumbuhan, namun juga berpotensi berkaitan dengan paparan lingkungan seperti merkuri yang dapat mengganggu metabolisme besi dan eritropoiesis.

Kata Kunci:

ASGM, Besi Serum, Merkuri, Anemia Defisiensi Besi, Anak

Keywords:

ASGM, Iron Serum, Mercury, Iron Defisiensi Anemia, Children

Abstract

Artisanal and Small-Scale Gold Mining (ASGM) remains widespread in Indonesia and poses potential environmental mercury exposure that may affect community health, particularly among children as a vulnerable group. Mercury exposure has been associated with disturbances in iron metabolism and hematopoietic processes. This study sought to characterize serum iron profiles in children residing near ASGM locations in Sepang Simin Village, Gunung Mas Regency, Central Kalimantan. This quantitative descriptive research used a cross-sectional design and included 43 children aged 9–12 years old. A venous blood sample is taken to obtain serum, and serum iron levels were measured using the Iron-Ferrozine method with a Biosystem BTS-350 photometer. Data were analyzed descriptively and differences between groups were assessed using an Independent Sample t-test. Study outcomes demonstrated that most respondents had serum iron levels within the normal range (86%), while 14% of respondents had low serum iron levels. Statistical analysis revealed a significant difference in serum iron levels between boys and girls ($p = 0.025$), with boys having lower mean serum iron levels than girls. These findings indicate that iron status in children in mining areas is not only influenced by nutritional and growth factors, but also potentially related to environmental exposures such as mercury, which can interfere with iron metabolism and erythropoiesis.

PENDAHULUAN

Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) atau *Artisanal and Small-scale Gold Mining (ASGM)* telah berfungsi menjadi sumber mata pencaharian kepada lebih dari satu juta masyarakat Indonesia di 850 titik lokasi di 27 provinsi (Nexus3 Foundation, 2025). Meskipun memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal, aktivitas ASGM juga menimbulkan dampak lingkungan dan kesehatan yang signifikan akibat penggunaan merkuri dalam proses ekstraksi emas. Metode amalgamasi yang umum digunakan menyebabkan merkuri berikatan dengan emas dan kemudian dipanaskan sehingga menghasilkan uap merkuri yang dapat mencemari udara, tanah, dan sumber air di sekitarnya (Weinhouse et al., 2017). Kabupaten Gunung Mas di Kalimantan Tengah adalah suatu wilayah dengan aktivitas ASGM yang telah berlangsung lama (BPS Kabgumas., 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan adanya kontaminasi merkuri pada lingkungan di wilayah tersebut. Inswiasri et al. (2006) melaporkan kadar merkuri di Sungai Kahayan mencapai 0,0610 ppm, sementara 46,8% masyarakat masih memanfaatkan air sungai untuk keperluan minum harian (Inswiasri, 2006). Penelitian terbaru juga menyebutkan adanya kontaminasi merkuri pada sedimen Danau Lais dengan konsentrasi 0,14-0,47 mg/kg yang termasuk kategori risiko ekologi sedang hingga sangat tinggi (Ardhani, 2025). Dampak kesehatan dari kondisi lingkungan ini mulai terlihat pada populasi anak. Penelitian sebelumnya di Desa Sepang Simin melaporkan adanya kasus anemia ringan dan anemia sedang pada anak sekolah dengan rerata kadar hemoglobin mencapai 11,4 g/dL dan 10,3 g/dL (Enjelika, 2023). Selain itu penelitian lain menunjukkan bahwa 81,4% sampel darah anak di wilayah yang sama memiliki morfologi eritrosit berupa mikrositik-hipokromik sebagai bentuk yang paling dominan yaitu sebesar 65,1% (Purbayanti et al, 2025).

Meskipun sejumlah penelitian telah melaporkan adanya paparan merkuri dan gangguan hematologis pada populasi yang tinggal di sekitar wilayah ASGM, sebagian

besar studi sebelumnya masih berfokus pada pengukuran kadar merkuri dalam lingkungan atau biomarker paparan seperti merkuri rambut. Informasi mengenai status metabolisme zat besi pada anak yang bermukim di area pertambangan emas Indonesia masih sangat minim. Beberapa penelitian di wilayah Amazon Peru menunjukkan bahwa paparan merkuri memicu kenaikan risiko anemia dan ketidakstabilan status mikronutrien bagi anak-anak (Weinhouse et al., 2017). Namun hingga saat ini, data mengenai profil kadar besi serum pada anak yang tinggal di komunitas ASGM di Indonesia, khususnya di Kalimantan Tengah, masih jarang dilaporkan. Oleh sebab itu, penelitian ini menjadi esensial guna menyajikan gambaran dasar terkait status zat besi pada anak yang tinggal di wilayah pertambangan emas serta potensi kaitannya dengan paparan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Persetujuan etik untuk penelitian ini telah dikeluarkan oleh Komisi Bioetik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang, yakni 410/X/024/Komisi Biotetik. Desain penelitian menggunakan *cross-sectional study*, data dikumpulkan sepanjang bulan Oktober 2024 di Kel. Sepang Simin, Kec. Sepang, Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah Indonesia. Subjek penelitian terdiri dari 43 anak sekolah dasar usia 9-12 tahun (kelas III hingga VI) yang ditentukan melalui teknik total sampling menurut kriteria inklusi yaitu anak yang telah tinggal di wilayah penelitian minimal 2 (dua) tahun dan mendapatkan persetujuan orang tua untuk berpartisipasi dalam penelitian. Sampel darah vena diambil sebanyak 3 ml menggunakan tabung vacuum tanpa antikoagulan (plain) dan didiamkan selama 60 menit untuk proses koagulasi. Sampel kemudian disentrifugasi untuk memperoleh serum.

Pemeriksaan kadar besi serum dilakukan menggunakan metode Iron-Ferrizone dengan fotometer BTS-350 sesuai prosedur yang direkomendasikan oleh produsen

(Biosystem, 2019). Secara deskriptif, data diolah dengan dukungan dari perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS 25. Data disajikan dalam bentuk frekuensi, persentase, mean \pm SD, uji normalitas dan uji Independent T-test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Karakteristik Responden Penelitian

Data sociodemographic dari 43 responden termuat pada tabel I berikut.

Tabel I. Karakteristik Responden Penelitian

No	Karakteristik	Kategori	Frekuensi n(%)
1	Jenis Kelamin	Laki-laki	22(51)
		Perempuan	21(49)
2	Umur	9 tahun	6(14)
		10 tahun	15(35)
		11 tahun	13(30)
		12 tahun	9(21)
3	Pekerjaan Orang tua	Penambang	32(74)
		Non penambang	11(26)
4	Pendidikan Orang tua	SD	2(5)
		SMP	10(23)
		SMA	23(54)
		Diploma	1(2)
		Sarjana	7(16)
5	Penghasilan Orang Tua	< 2,5 juta/bulan	29(67)
		2,5-5 juta/bulan	11(26)
		>5 juta/bulan	3(7)
6	Lama Tinggal	2-5 tahun	15(35)
		>5 tahun	28(65)
7	Indeks Massa Tubuh (IMT)	Berat Badan Kurang	2(5)
		Normal	30(70)
		Berat Badan Berlebih	8(19)
		Obesitas	3(7)
8	Jarak Rumah ke Lokasi Tambang	<1 km	15(35)
		1-3 km	18(42)
		>3 km	10(23)
9	Kadar Besi Serum	Rendah	6(14)
		Normal	37(86)

Karakteristik responden memperlihatkan persebaran jenis kelamin yang cukup merata bagi kelompok laki-laki dan perempuan. Mayoritas responden berusia 10 tahun (35%) dan 11 tahun (30%). Sejumlah besar orang tua responden berprofesi sebagai penambang emas (74%) dengan tingkat pendidikan terakhir didominasi oleh SMA (54%) dan penghasilan keluarga umumnya kurang dari 2,5 juta rupiah perbulan (67%). Sebagian responden telah tinggal di sekitar wilayah pertambangan selama lebih dari 5 tahun (65%) dengan jarak rumah ke lokasi tambang 1-3 km (42%) responden. Dari aspek status gizi 70% anak memiliki indeks massa tubuh normal, meskipun masih ditemukan obesitas sebesar 7%. Hasil pemeriksaan kadar besi serum pada tabel I menyajikan temuan bahwa mayoritas responden memiliki kadar besi serum dalam kisaran normal, sedangkan 6 anak (14%) menunjukkan kadar besi serum rendah. Temuan ini menunjukkan adanya potensi gangguan metabolisme zat besi yang bersifat subklinis pada sebagian anak yang tinggal di wilayah pertambangan emas. Temuan ini konsisten dengan riset terdahulu yang menyatakan bahwa paparan merkuri di wilayah ASGM dapat memengaruhi sistem hematopoietik dan metabolisme zat besi melalui mekanisme stres oksidatif dan gangguan sintesis heme. (Weinhouse et al., 2017).

Analisis normalitas melalui tes Shapiro-Wilk menunjukkan temuan yaitu data berdistribusi normal pada parameter kadar besi serum pada kelompok anak laki-laki dan perempuan. Oleh karena itu data yang berdistribusi normal tadi selanjutnya dianalisis perbedaan menggunakan nilai mean \pm SD (*Independent Sample T-Test*).

Tabel 2. Hasil Analisis Perbedaan Kadar Besi Serum Pada Anak Laki-Laki dan Perempuan

Parameter	Laki-laki (n=22) (μ g/dL)	Perempuan (n=21) (μ g/dL)	P-value
Kadar Besi Serum Besi	81,95 \pm 31,09	101,86 \pm 24,22	0,025

Hasil analisis pada tabel 2 memaparkan bahwasanya rerata kadar besi serum pada anak laki-laki sebesar

81,95±31,09 µg/dL, sedangkan pada anak perempuan sebesar 101,86±24,22 µg/dL. Uji independent Sample T-test memperlihatkan nilai $p=0,025$ ($p<0,05$) yang menunjukkan bahwasanya terdapat perbedaan yang mencolok secara statistik antara kadar serum pada anak laki-laki dan perempuan. Selisih rerata kadar besi tersebut sebesar 19,09 µg/dL. Pada interval kepercayaan 95%. Temuan ini memberi petunjuk bahwa kadar besi serum anak laki-laki rata-rata di bawah perempuan. Anak laki-laki usia sekolah cenderung mempunyai tingkat gerak fisik lebih tinggi, sehingga keperluan metabolik serta asupan zat besi turut bertambah untuk menunjang tumbuh kembang jaringan, serta peningkatan volume darah. Apabila kebutuhan tersebut tidak disertai dengan pemenuhan zat besi yang memadai maka dapat terjadi penurunan kadar besi serum yang berpotensi berkembang menjadi anemia defisiensi besi (Haltermann & Segel, 2020).

Selain faktor fisiologis, faktor lingkungan juga dapat berkontribusi terhadap perbedaan hasil tersebut. Anak laki-laki cenderung memiliki aktivitas luar ruangan yang lebih tinggi sehingga berpotensi mengalami paparan lingkungan yang lebih besar, termasuk paparan merkuri dari aktivitas pertambangan emas skala kecil. Paparan merkuri diketahui dapat mengganggu metabolisme zat besi melalui mekanisme stres oksidatif dan gangguan sintesis heme yang dapat memengaruhi proses hematopoiesis (Weinhouse et al., 2017).

Tabel 3. Hasil Kadar Besi Serum Berdasarkan Umur

Umur	Rerata (µg/dL)	Rendah n(%)	Normal n(%)
9 tahun	83,67	2(4,7)	4(9,3)
10 tahun	86,64	1(2,3)	13(30,2)
11 tahun	96,76	3(7,0)	10(23,3)
12 tahun	90,8	-	10(23,3)
Jumlah		6(14,0)	37(86)

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa paparan logam berat dapat mengganggu keseimbangan mikronutrien dalam tubuh dan meningkatkan risiko anemia pada anak yang bermukim di daerah tambang (Skalny et al., 2020).

Distribusi kadar besi serum berdasarkan usia pada tabel 3 menunjukkan kadar besi serum rendah paling banyak ditemukan pada kelompok usia 11 tahun. Kondisi ini berkaitan dengan naiknya keperluan zat besi saat periode pertumbuhan anak usia sekolah. Di masa tersebut, terjadi percepatan pembentukan sel darah merah dan jaringan, yang membuat kebutuhan besi kian meningkat, dan apabila asupan tidak mencukupi maka dapat menyebabkan penurunan kadar besi serum serta meningkatkan risiko anemia defisiensi besi (Haltermann & Segel, 2020). Selain faktor fisiologis, kondisi lingkungan juga berperan dalam memengaruhi status zat besi. Anak yang tinggal di area ASGM memiliki risiko paparan merkuri yang dapat mengganggu metabolisme besi karena logam berat tersebut berkompetisi dengan besi dalam proses pembentukan hemoglobin dan memengaruhi hematopoiesis (Weinhouse et al., 2017). Kondisi ini juga dapat diperburuk oleh faktor sosial ekonomi, pola konsumsi makanan yang kurang seimbang, serta penyakit infeksi yang berkontribusi terhadap gangguan status gizi pada anak di wilayah pertambangan (Puspita et al., 2020).

Tabel 4. Profil Asupan Gizi Pada Anak Dalam Satu Minggu

Jenis makanan	Konsentrasi Gizi (%) (kali/minggu)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Sayuran Hijau	16,3	11,6	11,6	23,3	4,7	2,3	0	23,3
Daging Merah	41,9	2,3	20,9	18,6	4,7	0	0	4,7
Daging Ayam	0	0	7	23,3	11,6	9,3	2,3	41,9
Ikan	4,7	2,3	9,3	25,6	4,7	11,6	0	37,2
Kacang-kacangan	25,6	9,3	18,6	18,6	7	4,7	0	9,3
Buah-buahan	9,3	4,7	11,6	23,3	7	11,6	0	16,3
Makanan Olahan	11,6	4,7	11,6	14	7	7	2,3	30,2

Analisis pola konsumsi pangan menunjukkan bahwa konsumsi daging merah sebagai sumber zat besi heme masih relatif rendah. Sebaliknya konsumsi ikan dan daging ayam lebih tinggi dan menjadi sumber protein hewani utama dalam pola makan anak. Daging merah diketahui memiliki bioavailabilitas zat besi yang lebih tinggi dibandingkan sumber nabati sehingga rendahnya

konsumsi daging merah dapat berkontribusi terhadap rendahnya asupan zat besi pada anak (Wulandari, 2022). Disisi lain, ikan sungai yang dikonsumsi masyarakat yang tinggal di wilayah pertambangan berpotensi mengandung merkuri akibat proses bioakumulasi di lingkungan perairan. Inswiasri (2006) melaporkan bahwa akumulasi merkuri pada sedimen sungai di wilayah pertambangan dapat masuk kedalam rantai makanan dan berpotensi meningkatkan paparan merkuri pada manusia (Inswiasri et al, 2006).

Konsumsi sayuran hijau sebagai sumber zat besi non heme juga masih terbatas pada responden, Padahal sayuran hijau seperti bayam memuat zat besi serta folat krusial bagi produksi sel darah merah (Merlina, 2016). Selain itu, konsumsi makanan olahan pada sebagian responden juga dapat berkontribusi terhadap rendahnya asupan mikronutrien penting seperti zat besi dan Vitamin B12 (Warrantia dkk, 2024). Kebiasaan ini dapat menggeser konsumsi pangan bergizi dan memperburuk status gizi.

Meskipun sebagian besar responden memiliki kadar besi serum dalam kisaran normal, penelitian sebelumnya pada populasi yang sama menunjukkan bahwa 81,4% anak memiliki abnormalitas morfologi eritrosit dengan gambaran mikrositik-hipokromik (Purbayanti et al, 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa gangguan metabolisme besi dapat terjadi meskipun kadar besi masih berada dalam kisaran normal. Secara kimiawi, merkuri dalam bentuk kation (Hg^{2+}) memiliki afinitas tinggi terhadap gugus sulfhidril (-SH) pada berbagai protein dan enzim seluler. Ikatan ini dapat menginaktivasi molekul penting seperti glutathione dan enzim antioksidan yang berperan dalam mempertahankan keseimbangan redoks sel (Perrone et al., 2023). Penurunan aktivitas sistem antioksidan tersebut menyebabkan peningkatan reactive oxygen species (ROS) penyebab timbulnya stres oksidatif pada eritrosit. Eritrosit sangat rentan terhadap kerusakan oksidatif karena tidak memiliki inti dan organel seluler, sehingga sangat bergantung pada sistem pertahanan

antioksidan untuk mempertahankan integritasnya selama masa hidup di sirkulasi (Notariale et al., 2022a).

PEMBAHASAN

Paparan merkuri dapat menginduksi oksidasi hemoglobin dan degradasi heme, Ahmad dan Mahmood (2019) melaporkan bahwa merkuri klorida dapat mengoksidasi besi Ferro (Fe^{2+}) dalam hemoglobin menjadi bentuk Ferri (Fe^{3+}) sehingga membentuk methemoglobin yang gagal dalam mengikat oksigen. Kondisi ini diikuti oleh pelepasan besi bebas melalui reaksi oksidatif lanjutan. Meskipun terjadi pelepasan besi dari hemoglobin yang terdegradasi, besi tersebut tidak selalu tercermin sebagai peningkatan kadar besi serum karena dapat segera disekuestrasi oleh sistem retikuloendotelial atau diikat dalam bentuk penyimpanan seperti feritin (Ahmad & Mahmood, 2019). Selain itu merkuri juga dapat mengganggu fungsi protein Band 3 pada membran eritrosit yang berperan dalam transport anion dan stabilitas membran sel. Gangguan pada protein ini dapat menyebabkan perubahan morfologi eritrosit dan menurunkan kemampuan eritrosit dalam mengangkut oksigen (Notariale et al., 2022). Kajian berbeda mengindikasikan bahwa paparan merkuri mampu meningkatkan produksi ROS dan menurunkan kemampuan eritrosit dalam mengikat oksigen hingga 39% pada populasi yang terpapar kronik (Queiroz et al., 2025). Kerusakan oksidatif pada membran eritrosit tersebut dapat menyebabkan perubahan bentuk sel darah merah yang konsisten dengan gambaran mikrositik-hipokromik yang ditemukan pada anak-anak di wilayah penelitian.

Pada tingkat sistemik paparan merkuri kronis dapat memicu respons inflamasi yang meningkatkan produksi hepsidin, yaitu hormon utama pengatur metabolisme besi. Peningkatan hepsidin menyebabkan penurunan ekspor besi dari sel melalui degradasi ferroportin sehingga besi terperangkap dalam makrofag dan hepatosit. Akibatnya meskipun kadar besi serum dapat berada dalam kisaran normal, ketersediaan besi untuk

proses eritropoiesis menjadi terbatas (Rolić et al., 2025).

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami status zat besi pada anak yang tinggal di wilayah PESK di Indonesia. Penemuan ini memberi bukti bahwa sekalipun mayoritas anak menyimpan kadar besi serum di batas kisaran normal, faktor lingkungan seperti paparan merkuri berpotensi memengaruhi metabolisme besi dan fungsi eritrosit. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pentingnya pemantauan status hematologis pada anak yang tinggal di wilayah PESK serta perlunya strategi pencegahan paparan logam berat pada komunitas ASGM.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan sebagian besar anak yang tinggal di sekitar kawasan pertambangan emas skala kecil di Desa Sepang Simin memiliki kadar besi serum dalam kisaran normal, meskipun masih ditemukan sebagian responden dengan kadar besi serum rendah. Terdapat perbedaan signifikan dalam kadar besi serum antara laki-laki dan perempuan menurut analisis statistik, dengan rerata anak laki-laki lebih rendah dibanding perempuan. Temuan ini menunjukkan bahwa status zat besi pada anak di wilayah PESK tidak sekadar bergantung pada faktor pertumbuhan dan nutrisi, melainkan juga terpengaruh paparan lingkungan seperti merkuri yang dapat mengganggu metabolisme besi dan proses eritropoiesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., & Mahmood, R. (2019). Mercury Chloride Toxicity in Human Erythrocyte Unveiling the Mechanism of Oxidative Stress and Hemolysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 54, 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2019.04.012>
- Ardhani, R.E. and B. (2025). Mercury Dynamics in Mining-Adjacent Ecosystem: Risk Assessment of Lake Lais Central Kalimantan, Indonesia. *Journal Limnology and Water Resources*, 31((1)), 36-43. <https://doi.org/https://doi.org/10.55981/limnotek.2025.8184>
- Biosystem. (o2019). *Iron-Ferrizone Iron – Leaflet*.
- Devi Puspita, Defi Patmasari, Sella, D.P. (2020). Review: Risiko Stunting Pada Anak yang Tinggal di Area Pertambangan Emas Skala Kecil. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*. 3(1), 161-167. <https://doi.org/https://doi.org/10.33084/bjmlt.v3i1.1906>
- Dwi Purbayanti, Noor Fadillah, Ika Putri Andini, Rinny Ardina, F.A. (2025). Erythrocyte Shape Abnormalities in School-Age-Children Living Near Small-Scale-Gold Mining. *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Laboratorium Medik Indonesia*, 462-672. <https://doi.org/10.2020/prosidingaipitlmi.v4i1.429>
- Enjelika, A. (2023). Gambaran Kadar Hemoglobin Pada Anak Sekolah Dasar yang Tinggal di Sekitar Tambang Emas Kabupaten Gunung Mas. *Repository Universitas Muhammadiyah Palangka Raya*. <http://repository.umpr.ac.id/id/eprint/473>
- Foundation, N. (2025). *Towards Minamata COP 6 The State of ASGM in Indonesia.pdf*.
- Gunung, B. K. (2021). *Gunung Mas Regency in Figures*.
- Halterman, J. S., & Segel, G. B. (2022). Iron deficiency anemia. *Pediatric Clinical Advisor*, 31-31. <https://doi.org/10.1016/B978-032303506-4.10019-7>
- Insuasri, Sukar, Athena&Cahyorini. (2006). Analisis Dampak dan Risiko Pencemaran Penggunaan Merkuri Pada Penambang Emas Terhadap Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah tahun 2006. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Ekologi dan Status Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI*.
- Merlina, R. (2016) *Kandungan Gizi dan Manfaat Sayuran Hijau Bagi Kesehatan*. Jakarta; Penerbit Gizi Sehat
- Notriale, R., Längst, E., Perrone, P., Crettaz, D., Prudent, M., & Manna, C. (2022). Effect of Mercury on Membrane Proteins Anionic Transport and Cell Morphology in Human Erythrocyte. *Cellular Physiology and Biochemistry and Pharmacology*, 56(5), 500-513. <https://doi.org/10.33594/000000572>
- Perrone, P., Spinelli, S., Mantegna, G., Notriale, R., Straface, E., Caruso D., Falliti, G., Marino, A., Manna, C., Remigante, A., & Morabito R. (2023). Mercury Chloride Affects Band 3 Protein-Mediated Anionic Transport in Red Blood Cells; Role of Oxidative Stress and Protective Effect of Olive Oil Polyphenols. *Cells*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/cells12030424>
- Queiroz, M. I. C., Sales, M. V. S., Barros, E. dos S. S., D'Amato, F. O. S., Gonçalves, C. M., Ursulino, J. S., Bueno, N. B., Marinho, C., Rocha, U., Aquino, T. M., Fonseca, E. J. S., Borbely, A. U., Oliveira, H. C. F., Santos, J. C. C., & Leite, A. C. R. (2025). Exposure to a contaminated environment and its relationship with human health: Mercury effect on loss of functionality and increased oxidative stress of blood cells. *Journal of Hazardous Materials*, 492, 138088. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.138088>
- Rolić, T., Yazdani, M., Mandić, S., & Distant, S. (2025). Iron Metabolism, Calcium, Magnesium and Trace

- Elements: A Review. *Biological Trace Element Research*, 203(4), 2216–2225.
<https://doi.org/10.1007/s12011-024-04289-z>
- Skalny, A. V., Rink, L., Ajsuvakova, O. P., Aschner, M., Gritsenko, V. A., Alekseenko, S. I., Svistunov, A. A., & Petrakis, D. (2020). Zinc and respiratory tract infections : Perspectives for COVID - 19 (Review). *19*, 17–26.
<https://doi.org/10.3892/ijmm.2020.4575>
- Warrantia, R. (2024). Dampak Konsumsi Makanan Olahan Terhadap Kesehatan Dan Risiko Anemia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(3), 135-142.
- Weinhouse, C., Ortiz, E. J., Berky, A. J., Bullins, P., Hare-Grogg, J., Rogers, L., Morales, A.-M., Hsu-Kim, H., & Pan, W. K. (2017). Hair Mercury Level is Associated with Anemia and Micronutrient Status in Children Living Near Artisanal and Small-Scale Gold Mining in the Peruvian Amazon. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 97(6), 1886–1897.
<https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0269>
- Wulandari, S. (2022). Sumber Zat Besi Hewani dan Perannya Dalam Pencegahan Anemia. Jakarta; Penerbit Gizi Sehat.