



ARTIKEL RISET

URL artikel: <http://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/woph7222>

QUANTITATIF RISK ASSESMENT (QRA) PAPARAN TIMBAL (PB) SEBAGAI
UPAYA PREVENTIF PADA MASYARAKAT NELAYAN PESISIR

^KAlfina Baharuddin¹, Yuliati², Indasari, Adira Artika Aulia

^{1,2,3}Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan masyarakat, Universitas Muslim Indonesia

Email Penulis Korespondensi (^K): alfina.baharuddin@umi.ac.id

alfina.baharuddin@umi.ac.id¹, yuliati.akib@umi.ac.id², indasari@gmail.com³, adira.artika@gmail.com⁴

ABSTRAK

Timbal merupakan logam berat yang sering ditemukannya dalam kerang. Peningkatan kadar timbal dalam kerang juga dikaitkan dengan perkembangan industrialisasi yang meningkat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui QMR dan konsentrasi paparan timbal (Pb) pada nelayan kerang di Perairan Galesong Utara. Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan metode analitik menggunakan pendekatan *cross sectional* untuk mengetahui faktor yang berhubungan dengan pajanan timbal (Pb) dalam rambut nelayan. Desain penelitian ini adalah deskriptif. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *cross sectional study*. Sampel penelitian ini adalah sebanyak 30 Masyarakat nelayan pesisir yang terletak di perairan galesong takalar. Metode pengambilan sampel dengan purposive sampel. Penelitian ini menunjukkan Hasil dari uji *chi-square* diperoleh nilai yaitu $p = 0.426 > \alpha (0.05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara berat badan dan konsentrasi timbal dari tinggi badan yang beresiko tinggi dan konsentrasi Pb tidak memenuhi syarat sebanyak 1 (20.0%) orang dan tinggi badan beresiko tinggi dan konsentrasi Pb memenuhi syarat sebanyak 4 (80.0%) orang dengan total sebanyak 5 (100%). Dapat disimpulkan bahwa Tidak ada hubungan antara status gizi, Ada hubungan antara lama konsumsi dan Tidak ada hubungan antara keluhan kesehatan. Diharapkan kepada nelayan untuk meningkatkan kesadaran dalam upaya mengurangi dan memperhatikan lama konsumsi kerang untuk meminimalisir terpaparnya timbal.

Kata kunci : *Lead; QRA; shellfish; Exposure*

PUBLISHED BY :

Pusat Kajian dan Pengelola Jurnal
Fakultas Kesehatan Masyarakat UMI

Address :

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)
Makassar, Sulawesi Selatan.

Email :

jurnal.woph@umi.ac.id

Article history :

Received : 17 Juli 2023

Received in revised form : 16 Desember 2023

Accepted : 15 Oktober 2025

Available online : 30 April 2026

licensed by [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



ABSTRACT

Lead is a heavy metal that is often found in shellfish. Increased lead levels in shellfish are also associated with increasing industrialization. The purpose of this study was to determine the QMR and lead (Pb) exposure concentration among shellfish fishermen in the waters of North Galesong. This study is quantitative in nature, using analytical methods with a cross-sectional approach to determine the factors associated with lead (Pb) exposure in fishermen's hair. The research design is descriptive. The research design used is a cross-sectional study. The research sample consisted of 30 coastal fishermen located in the waters of Galesong Takalar. The sampling method used was purposive sampling. This study showed that the results of the chi-square test obtained a value of $p = 0.426 > \alpha (0.05)$, so it can be concluded that there is no significant relationship between body weight and lead concentration from height at high risk and Pb concentration does not meet the requirements in 1 (20.0%) person and height at high risk and Pb concentration meets the requirements in 4 (80.0%) people with a total of 5 (100%). It can be concluded that there is no relationship between nutritional status, there is a relationship between duration of consumption, and there is no relationship between health complaints. It is hoped that fishermen will increase their awareness in efforts to reduce and pay attention to the duration of shellfish consumption to minimize lead exposure.

Keywords: Lead; QRA; shellfish; Exposure.

PENDAHULUAN

Menurut WHO Setiap Tahun Terdapat 2,2 Jt Orang Terpapar Akibat Paparan Timbal Baik. Pada Tahun 2022 Setiap 15 Detik Terdapat 10 Orang Yang Mengalami Kercunan Timbal Baik Melalui Pencemaran Air, Udara, Makanan dsb. Timbal beracun terutama pada sistem saraf, homeostasi, dan mempengaruhi kinerja ginjal. Pencemaran lingkungan oleh kontaminan logam timbal masuk ke lingkungan melalui limbah industri, pertambangan, buangan dari proses elektroplating.(1,2,3) Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak.(4,5,6)

Logam berat seperti timbal (Pb) dalam air meresap ke dalam air tanah dan mengendap kemudian membentuk sedimen, yang dapat menjadi sumber utama logam berat yang memberi makan tanah. Logam mengikat saluran air dan membentuk sedimen.(5)(6). Sifat toksik Pb terjadi ketika manusia menghirup atau menelannya dan beredar di dalam tubuh melalui darah, kembali ke ginjal dan otak, serta disimpan di tulang dan gigi. Keracunan Pb kronis berkembang secara perlahan.(7,8,9)

Hasil pemeriksaan konsentrasi logam berat timbal (pb) diperoleh hasil konsentrasi timbal (Pb) berkisar antara 0.132 $\mu\text{g}/\text{gr}$ sampai 0.163 $\mu\text{g}/\text{gr}$. Berdasarkan hasil tersebut konsentrasi timbal (Pb) kerang tidak memenuhi syarat batas konsentrasi logam berat karena masih berada dibawah nilai maksimum yaitu 0,2 mg/kg. Timbal dapat menimbulkan penyakit hipertensi . timbal didalam darah secara langsung mempengaruhi sistem peredaran darah sehingga dapat meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). ROS dapat meningkatkan tekanan darah dan mempengaruhi perubahan *atheroscleorotic* dalam darah arteri dan gangguan jantung.(9,10,11)

Kerang adalah kategori hewan laut atau air dan memiliki tubuh lunak yang memiliki cangkang sebagai pelindung tubuhnya. Kerang berfungsi sebagai salah satu indikator pencemaran dalam perairan. Kerang menunjukkan tingkat pencemaran yang terjadi pada perairan karena kerang hidup di dalam air dan terpengaruh oleh kualitas air.(12,13)

Kerang sebagai indikator pencemaran karena mereka sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air

dan dapat menunjukkan adanya polutan dalam air. Kerang menentukan tingkat pencemaran perairan dan upaya pengendalian pencemaran air. Cara pengambilannya juga dengan proses penyaringan zat-zat yang terlarut dalam air (16),(17). Kerang hanya memperoleh nutrisi dari benda yang terhanyut di dalam air, sehingga timbal (pb) dalam kerang dapat membahayakan manusia yang kerang tercemar (14,15,16).

Timbulnya gangguan akibat paparan timbal bersifat kronis seperti akut. Dampak yang ditimbulkan muncul pada waktu yang lama. Penelitian arkl menunjukkan bahwa konsentrasi Pb dalam kerang berkisar antara 0,68-1,20 mg/kg sedangkan konsentrasi Cr berkisar antara 0,70-1,08 mg/kg. Intake Pb melalui konsumsi kerang bakalang sebesar 0,964 mg/kg/hari sedangkan Cr sebesar 0,828 mg/kg/hari. dari 80 responden diketahui nilai rq Pb dan Cr ≤ 1 sebanyak 7 responden (8,7%) sedangkan yang memiliki $rq > 1$ sebanyak 73 responden (91,3%).

Berdasarkan observasi faktor yang menyebabkan terdapatnya logam berat pada kerang berasal dari aktivitas manusia yang tinggal di sekitar kanal seperti kegiatan pertanian, kegiatan industri dan kegiatan rumah tangga yang menghasilkan limbah, pengelupasan lapisan alat makan seperti panci, pembuangan baterai di badan perairan dan pengelupasan cat pipa dan dinding yang digunakan oleh proyek pengairan dan masyarakat. Pada kawasan ini terdapat pula aktivitas industri dan transportasi laut di pelabuhan yang berfungsi sebagai jalur pelayaran yang rentan terhadap adanya tumpahan minyak sehingga dapat memberikan efek pencemaran pada lingkungan pesisir terutama pencemaran logam berat timbal.(18,19) Pada penelitian terdahulu yang dilakukan di wilayah pesisir kota makassar didapatkan kandungan logam berat timbal pada air sebesar 0,0114-0,152 mg/l yang mana jumlah ini sudah melewati baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No. 51 tahun 2014 yaitu berkisar 0,05 mg/l. Oleh karena itu peneliti tertarik meneliti *Quantitatif Risk Assesment (QRA) Paparan Timbal (Pb) Sebagai upaya preventif pada masyarakat nekayan pesisir.*

METODE

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian deskriptif .Rancangan penelitian yang digunakan adalah cross sectional study. Sampel penelitian ini adalah sebanyak 30 Masyarakat nelayan pesisir yang terletak di Perairan Galesong Takalar. Metode pengambilan sampel dengan *pusposive sampling*.

Prosedur Kerja Pengambilan Sampel

- a) Menyiapkan sampel rambut lalu memberikan kode pada sampel.
- b) Setelah itu tabung reaksi juga di berikan kode sesuai kode sampel pada plastik rambut.
- c) Selanjutnya, menimbang rambut yaitu dengan menggunakan timbangan neraca.
- d) Setelah ditimbang, rambut dimasukkan ke dalam tabung reaksi \
- e) sesuai dengan kode sampel dengan menggunakan pingset.
- f) Lalu di tambahkan 10 ml larutan nitrit HNO₃.
- g) Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam waterbath lalu didestruksi selama 5 hari.
- h) Setelah sampel yang didestruksi dikeluarkan dari waterbath lalu diberikan aquadest sebanyak 50 ml.

- i) Setelah itu, sampel di homogenkan secara merata lalu disaring melalui corong dan kertas saring lalu sampel di masukkan ke dalam botol dan di tutup rapat. Setiap kode sampel disaring corong juga selalu di bersihkan dengan botol semprot yang berisi aquadest.
- j) Selanjutnya sampel yang ada di dalam botol di pindahkan ke wadah lalu dimasukkan ke Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS). Setelah itu pembacaan hasil melalui komputer.

Analisis Risiko

Analisis pajanan dilakukan untuk menentukan besarnya *risk agent* Pb yang diterima responden sebagai asupan atau *intake* (i) menggunakan rumus sebagai berikut.

$$k) \quad I = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b}$$

$$l) \quad W_b \times t_{avg}$$

Keterangan:

I : (*intake*) jumlah *risk agent* yang masuk kedalam tubuh manusia per berat badan per hari (mg/kg/hari)

C : (Konsentrasi) konsentrasi kandungan pb dalam kerang(mg/kg)

R : (*Rate*) laju asupan atau berat kerang yang dikonsumsi per hari (mg/hari)

f_E : (Frekuensi pajanan) frekuensi pajanan atau lama hari responden mengonsumsi kerang kijing dalam waktu satu tahun(hari/tahun)

D_t : (Durasi pajanan) lamanya responden mengonsumsi kerang(tahun)

W_b : (*Weight body*) berat badan responden yang ditimbang saat penelitian (kg)

t_{avg} : (Periode waktu rata-rata) 30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik, 70 x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen

Pengolahan dan Analisis Data Hasil Penelitian

Pengolahan dan analisis data dengan metode SPSS. Yaitu analisis univariat dan bivariat.

HASIL

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Keluhan Kesehatan

Keluhan Kesehatan	n	%
Ada keluhan	25	83.3
Tidak ada keluhan	5	16.7
Total	30	100.00

Tabel 1 menunjukkan bahwa keluhan kesehatan dengan persentase terbanyak adalah berisiko sebanyak 25 (83.3%) orang sedangkan keluhan kesehatan dengan persentase paling sedikit adalah tidak berisiko yaitu sebanyak 5 (16.7%) orang.

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	n	%
Laki-laki	22	73.3
Perempuan	8	26.7
Total	30	100.00

Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis kelamin dengan persentase terbanyak adalah laki-laki sebanyak 22 (73.3%) orang sedangkan jenis kelamin dengan persentase paling sedikit adalah perempuan yaitu sebanyak 8 (26.7%) orang.

Tabel 3. Hubungan Berat Badan Dengan Konsentrasi Paparan Pb

Berat Badan	Konsentrasi (Pb)				Total	P-Value	
	Tidak Memenuhi Syarat		Memenuhi Syarat				
	n	%	n	%	N	%	
Beresiko	1	16.7	5	83.3	6	100	0.426
Tidak Beresiko	8	33.3	16	66.7	24	100	
Total	9	30.0	21	70.0	100		

Berdasarkan tabel 3 hasil dari uji *chi-square* diperoleh nilai yaitu $p = 0.426 > \alpha (0.05)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara berat badan dan konsentrasi timbal pada nelayan kerang.

Tabel 4. Hubungan Tinggi Badan Dengan Konsentrasi Pb

Tinggi Badan	Konsentrasi (Pb)				Total	P-Value	
	Tidak Memenuhi Syarat		Memenuhi Syarat				
	n	%	n	%	N	%	
Beresiko	1	20.0	4	80.0	5	100	0.426
Tidak Beresiko	8	32.0	17	68.0	25	100	
Total	9	30.0	21	70.0	30	100	

Berdasarkan tabel 4 dari tinggi badan yang beresiko tinggi dan konsentrasi Pb tidak memenuhi syarat sebanyak 1 (20.0%) orang dan tinggi badan beresiko tinggi dan konsentrasi Pb memenuhi syarat sebanyak 4 (80.0%) orang dengan total sebanyak 5 (100%) orang sedangkan tinggi badan beresiko rendah dan konsentrasi Pb tidak memenuhi syarat sebanyak 8 (32.0%) orang dan tinggi badan beresiko rendah dan konsentrasi Pb memenuhi syarat sebanyak 17 (68.0%) orang dengan total sebanyak 25 (100%).

Tabel 5. Hubungan Keluhan Kesehatan Dengan Konsentrasi Paparan Pb

Tinggi Badan	Konsentrasi (Pb)				Total	P-Value	
	Tidak Memenuhi Syarat		Memenuhi Syarat				
	n	%	n	%	N	%	
Berisiko	5	26.0	14	73.7	19	100	0.563
Tidak Berisiko	4	3.3	7	63.6	11	100	
Total	9	30.0	21	70.0	30	100	

Berdasarkan dari tabel 5 dari keluhan kesehatan berisiko tinggi dan konsentrasi Pb tidak memenuhi syarat sebanyak 5 (26.3%) orang dan keluhan kesehatan berisiko tinggi dengan konsentrasi Pb memenuhi syarat sebanyak 14 (73.7%) orang dengan total sebanyak 19 (100%) orang sedangkan keluhan kesehatan berisiko rendah dan konsentrasi Pb tidak memenuhi syarat sebanyak 4 (3.3%) orang dan keluhan kesehatan berisiko rendah dan konsentrasi Pb memenuhi syarat sebanyak 7 (63.6%) orang dengan total sebanyak 11 (100%) orang nilai p value= 0.563.

Tabel 7. Distribusi Nilai *Intake* (Karsinogenik)

<i>Intake</i>	Mean	Median	Min	Max
<i>Realtime</i>	7,31736. 10^{-5}	4,76712. 10^{-5}	8,22397. 10^{-6}	3,02977. 10^{-4}
<i>Lifetime</i>	3,248935. 10^{-4}	2,53689. 10^{-4}	7,707. 10^{-5}	8,6014. 10^{-4}

Berdasarkan tabel 7 bahwa intake realtime dengan nilai median 7,31736. 10^{-5} dan nilai median sebesar 4.76712. 10^{-5} dan nilai life time media sebesar 2,53689 . 10^{-4}

PEMBAHASAN

Status gizi adalah gambaran tubuh seseorang sebagai akibat dari konsumsi pangan. Status gizi juga didefinisikan sebagai status kesehatan yang dihasilkan oleh keseimbangan antara kebutuhan dan masukan zat gizi. Kurang gizi akan meningkatkan kadar timbal yang bebas. Hasil uji statistik diperoleh nilai berat badan $p=0.492$ dan tinggi badan 0.593, karena nilai probabilitas $a>0,05$ maka H_0 diterima yang berarti tidak terdapat pengaruh hubungan antara status gizi berat badan dan tinggi badan dan konsentrasi timbal dalam rambut nelayan kerang.(17,18,19) Hal ini tidak berhubungan karena status gizi bukan yang menentukan kadar timbal dan status gizi yang baik tidak mengurangi jumlah konsumsi dalam kerang, Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada nelayan kerang yang berat badan lebih dari 37 kg masih aktif dalam kondisi bekerja dan berat badan badan dibawah 37 kg tahun juga masih aktif bekerja seperti biasanya dengan keadaan tubuh yang masih baik dan juga sehat. Berdasarkan status gizi dari 33 responden yang terdapat 31 responden (94%) dengan status gizi normal dan 2 responden (6%) dengan status gizi kurang. Hasil dari uji variabel tersebut ditemukan $p\text{-value}= 0,739 > 0,5$ yang menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara status gizi dengan konsentrasi timbal dalam rambut pada nelayan. Berdasarkan status gizi berat badan dan tinggi badan hasil uji square diperoleh nilai $p= 0,692 > 0,5$ yang menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara status gizi dengan konsentrasi timbal dalam rambut pada nelayan, Nilai korelasi 0,692 yang juga menunjukkan bahwa korelasi yang sangat lemah.(10,19)

Logam berat yang masuk ke badan perairan dari berbagai macam kegiatan baik secara langsung

menggunakan logam berat tersebut dalam kegiatannya maupun merupakan hasil sampingan dari aktivitas tersebut sangat berbeda-beda. Bahan pencemar seperti logam berat masuk ke dalam tubuh biota melalui insang, mulut dan kulit kemudian diserap melalui saluran pencernaan. Logam yang ada pada tubuh biota akan tertimbun di dalam jaringannya terutama hati dan ginjal. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut dan diikuti peningkatan kadar logam berat dalam biota laut melalui rantai makanan akan menimbulkan keracunan akut dan kronik, bahkan bersifat karsinogenik pada manusia yang mengkonsumsi hasil laut.(6,9,11)

Biasanya kerusakan jaringan oleh logam terdapat pada beberapa lokasi baik tempat masuknya maupun tempat penimbunannya. Akibat yang ditimbulkan dari toksisitas logam ini dapat berupa kerusakan fisik (degenerasi, nekrosis) dan dapat berupa gangguan fisiologik (gangguan fungsi enzim dan gangguan metabolisme). Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air. Kadar timbal dan kadmium pada sedimen lebih tinggi dibandingkan air laut. Rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti bahan pencemar yang mengandung logam berat tersebut tidak berdampak negatif terhadap perairan, tetapi pada sedimen cukup tinggi.(10,11,17)

Keluhan kesehatan adalah keadaan seseorang yang mengalami gangguan kesehatan atau kejiwaan baik karena penyakit akut, penyakit kronis, kriminal dan kecelakaan. Timbal Pb dapat diketahui pada tubuh seseorang dengan keluhan kesehatan termasuk sakit kepala, mudah lelah, nyeri sendi dan pegal-pegal. Keluhan kesehatan adalah suatu keadaan atau kondisi seseorang yang mengalami gangguan kesehatan atau kejiwaan baik karena penyakit akut, penyakit kronis, kriminal dan kecelakaan. Timbal Pb dapat diketahui pada tubuh seseorang dengan keluhan kesehatan termasuk sakit kepala, mudah lelah, nyeri sendi dan pegal-pegal.(20,21,22)

Hasil uji statistik diperoleh nilai $p=$ karena nilai probabilitas $a>0,05$ maka H_0 di terima yang berarti tidak terdapat pengaruh hubungan antara keluhan kesehatan dan konsentrasi timbal pada nelayan kerang. Hal ini tidak berhubungan disebabkan oleh nelayan yang tidak memiliki keluhan kesehatan dan Keluhan kesehatan bukan berarti terpapar timbal Pb akibat konsumsi kerang. Nelayan yang tidak memiliki keluhan kesehatan dalam tubuhnya selama menjadi nelayan kerang berarti nelayan tersebut tidak banyak terpapar timbal di dalam tubuhnya dan memiliki kesehatan yang baik dan normal sehingga tidak mungkin terpapar timbal. Keluhan kesehatan nelayan bukan berarti terpapar pb akibat konsumsi kerang. Seorang nelayan yang merasakan keluhan kesehatan kecil seperti mudah lelah dikarenakan nelayan memaksakan fisik untuk bekerja sehingga nelayan hanya kurang istirahat. Keluhan kesehatan bukan berarti akibat dari terpapar timbal akibat konsumsi kerang.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada nelayan kerang sebagian nelayan kerang memiliki kondisi fisik yang baik sehingga nelayan kerang tidak memungkinkan terpapar timbal dan ada juga sebagian dari nelayan kerang yang memiliki kondisi fisik yang mudah lelah dikarenakan hanya kurang banyak istirahat, biasanya setelah istirahat nelayan tetap melakukan pekerjaan sehari-harinya sebagai nelayan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan keluhan kesehatan dari 70 orang nelayan yang mengonsumsi ikan dan kerang dari pantai tempat nelayan bekerja menghasilkan bahwa responden mengalami keluhan

kesehatan setelah mengonsumsi ikan dan kerang. Nelayan kerang mengalami keluhan kesehatan yaitu seperti pusing- pusing, pendarahan gusi, nyeri sendi dan nyeri otot pada semua lengan di badan, mudah lelah, susah berfokus atau susah konsentrasi dan terakhir nelayan mengalami gangguan pada penglihatan yang menjadi buram dan kabur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tidak ada hubungan antara status gizi dengan konsentrasi timbal dalam rambut nelayan kerang, Ada hubungan antara lama konsumsi dengan konsentrasi timbal dalam rambut nelayan kerang. Tidak ada hubungan antara keluhan kesehatan dengan konsentrasi timbal pada nelayan kerang. Diharapkan kepada nelayan kerang untuk meningkatkan kesadaran dalam upaya mengurangi dan memperhatikan lama konsumsi kerang untuk meminimalisir terpaparnya timbal. Bagi nelayan kerang yang memiliki keluhan kesehatan diharapkan melakukan pemeriksaan ke puskesmas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Rektor Universitas Muslim Indonesia melalui LP2S atas pendanaan hibah penelitian internal unggulan fakultas dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brown JS, Spalinger SM, Weppner SG, Hicks KJW, Thorhaug M, Thayer WC, Follansbee MH, Diamond GL Evaluation of the integrated exposure uptake biokinetic (IEUBK) model for lead in children..J Expo Sci Environ Epidemiol. 2023 Mar;33(2):187-197. doi: 10.1038/s41370-022-00473-2. Epub 2022 Sep 19.PMID: 3612353
2. Gulson B, Taylor A, Stifelman M, Lead exposure in young children over a 5-year period from urban environments using alternative exposure measures with the US EPA IEUBK model - A trial..Environ Res. 2018 Feb;161:87-96. Doi 10.1016/j.envres.2017.10.040.PMID: 29102668
3. Harmitha, Abbas H, Gafur A, Syam N SM. Kontaminasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Assesment Neuropsikologis Pada Masyarakat di Sekitar Sungai Tallo. Wind Public Heal J. 2022;3(3):432-40
4. Heusinkveld D, Ramirez-Andreotta MD, Rodríguez-Chávez T, Sáez AE, Betterton E, Rine K. Assessing Children's Lead Exposure in an Active Mining Community Using the Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model. Expo Health. 2021 Sep;13(3):517-533. doi: 10.1007/s12403-021-00400-0. Epub 2021 May 19.PMID: 34532608.
5. James S. Brown, Susan M. Spalinger, Sarah G. Weppner, Kynan J. Witters Hicks, Mara Thorhaug, William C. Thayer, Mark H. Follansbee & Gary L. Diamond. (2022) Evaluation of the integrated exposure uptake biokinetic (IEUBK) model for lead in children. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 33:2, pages 187-197. doi: 10.1002/acn3.511886
6. Arsystry Firdani, Abd. Gafur, Alfina Baharuddin Identifikasi Mikroplastik Pada Air PDAM Yang Dikonsumsi Oleh Masyarakat Di Kelurahan Pampang Kota Makassar. (2024). *Window of Public Health Journal*, 5(3), 341-349. <https://doi.org/10.33096/woph.v5i3.1877>
7. Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. Heavy metals in marine fish meat and consumer health: A review. *J. Sci. Food Agric*. 2016;96:32-48. doi: 10.1002/jsfa.7360.
8. Li ML, Thackray CP, Lam VWY, Cheung WWL, Sunderland EM. Global fishing patterns amplify

- human exposures to methylmercury. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2024 Oct;121(40):e2405898121. doi: 10.1073/pnas.2405898121.
9. Baharuddin A, Asran A, Ikhtiar M, Suhermi. Spatial Analysis of Microplastics Using the FT-IR (Fourier Transform Infrared) Method in Green Mussel Farmers' Feces. *Woh Available from: <https://jurnal.fkmumi.ac.id/index.php/woh/article/view/1108>*
 10. Laidlaw MAS, Gordon C, Taylor MP, Ball AS Estimates of potential childhood lead exposure from contaminated soil using the USEPA IEUBK model in Melbourne, Australia. *Environ Geochem Health*. 2020 Dec;40(6):2785-2793. doi: 10.1007/s10653-018-0144-6.
 11. Nuri NS, Santoso A, Widowati I. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Bandengan Kendal serta Analisis Batas Aman Konsumsi. 2023;12(3):403–12
 12. N Syam, A Mallongi, A Daud, M Syafar, Alfina Baharuddin. Can the Proinflammatory Cytokines IL-6 and TNF- α Act as Biomarkers of Autism Spectrum Disorder? A Literature Review- *Gaceta Médica de Caracas*, 2024 (3; 132) 754-760
 13. Udani Asril F, Alfina Baharuddin, Nasruddin Syam. Faktor Umur Berhubungan Dengan Paparan Timbal Pada Nelayan Kerang Di Takalar, 2024, (5(3) 834-42. Available from: <https://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/1971>
 14. Pratiwi.,Y., D. et.al. Dampak pencemaran logam berat (timbal, tembaga, merkuri, kadmium, krom) terhadap organisme perairan dan kesehatan manusia. *Jurnal Akuatek*, 2020 ,1(1), 59-65. doi: 10.1002/acn3.511986
 15. Putri DA, Rosyada A, Sunarsih E. Analisis Kadar Timbal (Pb) Dalam Rambut Dan Hipertensi Pada Pekerja PT . Bukit Asam Unit Dermaga Kertapati. *J Ilmu Kesehat Masy*. 2019;9(1):21–7.
 16. Rino, Ulfa Sulaeman, Sumiaty, Alfina Baharuddin, Ayu Puspitasari. Analisis Spasial Kualitas Air oleh Logam Berat Timbal (Pb) di Kanal Hertasing Kota Makassar Tahun 2022. *woph [Internet]*. 2022 Jun. 30 [cited 2025 Jun. 18];3(3):470-9. Available from: <https://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/81>
 17. Yuliati , Baharuddin A. Identification of Characteristics, Abundance, Color, and Size of Microplastics in Shellfish in the Coastal Waters of Galesong Beach. *lontarariset* 2025, 6(1):35-44. Available from: <https://jurnal.poltekmu.ac.id/index.php/lontarariset/article/view/517>
 18. Song L, von Ehrenstein OS. Exposure to Lead, Cadmium, Mercury and Arsenic Among Asian and Non-Asian Children and Adolescents in the United States: NHANES 2015-2018. *J Immigr Minor Health*. 2025 Apr;27(2):258-267. doi: 10.1007/s10903-024-01634-
 19. Zheng G, Xu X, Wu H, Fan L, Wang Q, Peng J, Guo M, Yang D, Tan Z. Contamination Status and Risk Assessment of Paralytic Shellfish Toxins in Shellfish along the Coastal Areas of China. *Mar Drugs*. 2024 Jan 26;22(2):64. doi: 10.3390/md22020064
 20. Lamas GA, Bhatnagar A, Jones MR, Mann KK, Nasir K, Tellez-Plaza M, Ujueta F, Navas-Acien A; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Peripheral Vascular Disease; and Council on the Kidney in Cardiovascular Disease. Contaminant Metals as Cardiovascular Risk Factors: A Scientific Statement From the American Heart Association. *J Am Heart Assoc*. 2023 Jul 4;12(13):e029852. doi: 10.1161/JAHA.123.029852.
 21. Ku HH, Lin P, Ling MP. Assessment of potential human health risks in aquatic products based on the heavy metal hazard decision tree. *BMC Bioinformatics*. 2022 Feb 17;22(Suppl 5):620. doi: 10.1186/s12859-022-04603-3.
 22. Seara T, McPherson M, Clay PM, Jepson M, Colburn LL, Weng C, Silva A. Developing indicators of risk to environmental variability based on species dependency in U.S. fishing communities in the Northeast and Southeast Regions. *PLoS One*. 2025 Dec 30;20(12):e0335034. doi: 10.1371/journal.