

## Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Timbal (Pb) Pada Relawan Lalu Lintas di Jl. Inspeksi PAM Kota Makassar

Sri Wahyuningsih<sup>1\*</sup>, Nurhidayah<sup>2</sup>

### Abstract

Environmental Health Risk Analysis (ARKL) Aims to estimate the risks that will occur. Lead is one of the air pollutant substances produced from vehicle exhaust emissions. The purpose of this study was to estimate the risk of exposure to lead (Pb) to parking attendants on Inspeksi PAM road Makassar City. This Research Method is Quantitative by Using Observational Method with Environmental Risk Analysis Approach (ARKL). The survey was conducted during January-March 2020, with a total of 3 respondents. Result of the study it was shown that the highest concentration of Pb was at point 1 at the T-junction of Inspeksi PAM road and Abdullah Daeng sirua road where the measurement results in the morning were 0.396  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  and during the day is 0.469  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , the Inhalation Rate for Traffic Volunteers is 0.83  $\text{m}^3/\text{hour}$ , and the safe concentration of Lead (Pb) for respondents for a body weight of 40 kg with a duration of exposure for 2 years is 0.46  $\text{mg}/\text{m}^3$ . The conclusion of this study is that Traffic Volunteers who are on Inspeksi PAM road do not have a carcinogenic risk where  $\text{RQ} < 1$  is obtained. It is hoped that the relevant government will continue to carry out air quality checks around Jl. Inspeksi PAM and its surroundings.

Keywords: Traffic volunteers, Lead (Pb), Inspeksi PAM District.

### Pendahuluan

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan merupakan penilaian atau penaksiran risiko kesehatan yang bisa terjadi di suatu waktu pada populasi manusia yang berisiko. Kajian prediktif ini menghasilkan karakteristik risiko secara kuantitatif, pilihan-pilihan manajemen risiko dan strategi komunikasi untuk meminimalkan risiko tersebut. Data kualitas lingkungan yang bersifat agen specific dan site specific, karakteristik antropometri dan pola aktivitas populasi terpajan dibutuhkan untuk kajian ini (Agustina L, 2019).

Analisis risiko adalah padanan istilah untuk

risk assesment, yaitu karakteristik efek-efek yang potensial merugikan kesehatan manusia oleh paparan bahaya lingkungan. Di Indonesia Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) masih belum banyak dikenal dan digunakan sebagai metode kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan. Padahal, di beberapa negara Uni Eropa, Amerika dan Australia ARKL telah menjadi proses central idea legislasi dan regulasi pengendalian dampak lingkungan (Anindityo IC, 2021).

WHO (2004) mendefinisikan analisis risiko sebagai proses dimaksudkan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organisme sasaran, sistem atau sub populasi, termasuk identifikasi ketidakpastian yang menyertainya setelah terpajan oleh agent tertentu dengan memperhatikan karakteristik yang melekat pada penyebab

\* Korespondensi : [sriwahyuningsihnuridin06@gmail.com](mailto:sriwahyuningsihnuridin06@gmail.com)  
1, 2 Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL) Mataram

(agent) yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik. Risiko itu sendiri didefinisikan sebagai kebolehjadian (probabilitas) suatu efek merugikan pada suatu organisme, sistem atau (sub) populasi yang disebabkan oleh pemajanan suatu agent dalam keadaan tertentu. Definisi lain menyebutkan risiko kesehatan sebagai kebolehjadian kerusakan kesehatan seseorang yang disebabkan oleh pemajanan atau serangkaian pemajanan bahaya lingkungan (Basri, 2014).

Beberapa penelitian telah banyak mengungkapkan tentang kondisi pencemaran udara dunia baik didalam maupun diluar ruangan. Di Indonesia sendiri penelitian terkait pencemaran udara telah menjadi perhatian beberapa tahun terakhir mengingat dampak yang ditimbulkannya. Penelitian mengenai pencemaran udara kebanyakan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) (Basri, 2014).

Kendaraan bermotor sebagai produk teknologi dalam operasinya memerlukan bahan bakar minyak, timah hitam atau timbal, yang juga dikenal dengan nama Plumbum (Pb) merupakan salah satu polutan utama yang dihasilkan oleh aktivitas pembakaran bahan bakar minyak kendaraan bermotor. Timah hitam ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan dan sebagai bahan aditif anti-ketuk, dalam bentuk Tetra Ethyl Lead (TEL) atau Tetra Methyl Lead (TML). Timbal yang ditambahkan ke dalam bahan bakar minyak ini merupakan sumber utama pencemaran timbal di udara perkotaan. Selain itu sumber timbal yang lain yaitu dari buangan industri, pembakaran batubara yang mengandung timbal. Sumber alamiah timbal berasal dari penguapan lava, batu-batuan, tanah dan tumbuhan, namun kadar timbal dari sumber alamiah ini sangat rendah dibandingkan dengan timbal yang berasal dari pembuangan gas kendaraan bermotor. Dari sekian banyak sumber pencemaran udara yang ada, kendaraan bermotor (transportasi) merupakan sumber pencemaran udara terbesar (60%), sektor industri 20% dan lain-lain 20%. Timbal dalam jaringan tubuh mula-mula dianggap sebagai kontaminasi lingkungan.

Belakangan terbukti bahwa timbal pada tikus meningkatkan pertumbuhan dan termasuk dalam golongan zat gizi mineral mikro.

Timbal kini dianggap sebagai ancaman serius karena diketahui menebarkan racun di udara, dan menyusup ke paru-paru, beredar dalam darah dan menyebabkan efek buruk jangka panjang. Logam pencemar dari kendaraan dengan bahan bakar bensin bertimbal itu bisa terakumulasi dalam tubuh, menyerang organ-organ penting, bahkan merusak kualitas keturunan. Keracunan timbal yang berasal dari udara bebas terdapat pada penduduk yang mendapat paparan dalam jumlah besar dan waktu lama. Efek paparan ini terhadap kesehatan dapat terjadi akut maupun kronik.

Relawan lalu lintas atau biasa disebut Polisi Cepek atau dalam bahasa Makassar yang biasa disebut Palimbang-limbang merupakan orang-orang yang berusaha mengatur lalu lintas di kota Makassar. Pa'limbang-limbang ini biasanya kita temui diperempatan, pertigaan, jalan satu arah yang sangat sempit, jembatan yang hanya dapat dilalui satu mobil atau jalan berlubang. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara waktu lalu kepada pa'limbang-limbang, mereka mengaku bahwa aktivitasnya berlangsung sudah kurang lebih 5 tahun dan terlihat di beberapa ruas jalan seperti Jl.Hertasning, Jl.Urip Sumoharjo, Jl.Veteran utara dan selatan, Jl.Antang Raya, Jl.Perintis Kemerdekaan dan Jl.Sultan Alauddin. Tugas pa'limbang-limbang ini sebenarnya adalah untuk membantu pengendara dalam mengontrol perubahan haluan kendaraan yang hendak berbelok arah agar tidak terjadi senggol antar kendaraan, dan meminimalisir kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Jika dilihat aktivitas ini sangat dekat terhadap risiko kecelakaan, juga membahayakan terhadap kesehatan karena mereka melakukan aktivitas ini setiap hari, melakukan aktivitas saat terjadi kemacetan dan tidak memakai alat pelindung diri seperti masker.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Identifikasi Bahaya (Hazard Identification), Analisis pemajanan atau exposure assesment

, Analisis Dosis Respon dan Karakteristik risiko Paparan Tibal (Pb) pada Relawan Lalu Lintas yang ada di Jl. Inspeksi PAM Kota Makassar.

### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode observasional analitik dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dimana metode ARKL digunakan untuk memprediksi besarnya risiko dengan titik tolak pada kegiatan pembangunan yang sudah berjalan, risiko saat ini dan memperkirakan besarnya risiko dimasa yang akan datang.

Obyek yang digunakan adalah konsentrasi Pb (Timbal) di Jl. Inspeksi PAM Kota Makassar. Sampel diambil di 3 titik masing-masing 1 jam pada pagi, siang dan sore hari. Target populasi subyek pada penelitian ini adalah seluruh Relawan Lalu Lintas yang berada pada titik yang ditentukan. Sampel subyek pada penelitian ini adalah seluruh populasi subyek yang memenuhi kriteria berjenis kelamin laki-laki.

Dalam Penilaian Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) terdiri dari empat tahap kajian, yaitu Identifikasi Bahaya, Analisis Dosis-respon, Analisis Pemajanan Dan Karakteristik Risiko, Langkah – langkah ini tidak harus dilakukan secara berurutan kecuali karakteristik risiko sebagai tahap terakhir (IPCS 2004 dalam Rahman, 2007):

#### Identifikasi bahaya

Identifikasi Bahaya (Hazard Identification) adalah tahap awal Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk mengetahui sumber risiko. Informasinya bisa ditelusuri dari sumber dan penggunaan risk agent memakai pendekatan agen oriented (WHO 1983). Identifikasi Bahaya juga bisa dilakukan dengan mengamati gejala dan penyakit yang berhubungan dengan toksitas risk agent di masyarakat yang telah terkumpul dalam studi-studi sebelumnya, baik di wilayah kajian atau tempat-tempat lain. Penelusuran seperti dikenal sebagai pendekatan Disease Oriented (WHO, 1993), Dengan cara identifikasi keberadaan risk agent yang potensial dan aktual dalam media lingkungan dapat

digunakan untuk analisis dosis-respon.

#### Analisis Pemajanan

Analisis pemajanan atau exposure assesment atau yang disebut juga penilaian kontak bertujuan untuk mengenali jalur – jalur paparan Risk Agent agar jumlah asupan yang diterima individu dalam populasi berisiko bisa dihitung (Rahman, 2007)

Menurut Mukono (2006) bahwa analisis paparan meliputi cara estimasi dari potensi, frekuensi, deviasi dan perjalanan suatu paparan polutan pada manusia. Unsur – Unsur yang diperlukan untuk penilaian paparan adalah analisis kontaminasi, identifikasi penduduk terpapar, identifikasi perjalanan penting dari pemaparan, estimasi konsentrasi pada titik paparan, monitor data lingkungan yang masuk kedalam jalur masuk ketubuh.

#### Analisis Dosis Respon

Analisis dosis-respon, disebut juga dose-response assesment atau toxicity assesment, menetapkan nilai – nilai kuantitatif toksitas risk agent untuk setiap bentuk spesi kimianya. Toksisitas dinyatakan sebagai dosis referensi (reference dose, RfD) untuk efek – efek nonkarsinogenik dan Cancer Stope Factor (CSF) atau Cancer Unit Risk (CCR) untuk efek – efek karsinogenik. Analisis dosis-respon merupakan tahapan paling menentukan karena Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) hanya bisa dilakukan untuk risk agent yang sudah ada dosis-responnya.

Dosis referensi dibedakan untuk paparan oral atau tertelan (Ingesti untuk makanan dan minuman) yang disebut RfD (Reference Dose) dan untuk paparan inhalasi (udara) yang disebut RfC (Reference Concentration). Dalam analisis dosis-respon, dosis dinyatakan sebagai risk agent yang terhirup (inhaled), tertelan (ingested) atau terserap melalui kulit (absorbed) per kg berat badan per hari (mg/kg/hari).

Menentukan dosis-respon suatu risk agent sangat sulit, membutuhkan data dan informasi studi toksisitas yang asli dan lengkap ahli - ahli kimia, toksikologi, farmakologi, biologi, epidemiologi dan spesialis-spesialis lain yang berhubungan dengan toksisitas dan farmakologi zat. Namun, saat ini RfD,

RfC, SF dan UCR zat-zat kimia dalam berbagai spesi, termasuk formulanya telah ada dalam pangkalan data Integrated Risk Information System dari US – EPA (IRIS, 2007). Ada ratusan spesi zat kimia yang telah dimasukkan ke dalam daftar IRIS dan sudah ditabulasi (Louvar, 1998) sehingga bisa langsung digunakan (Rahman, 2007)

#### Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan dengan Risk Quotient (RQ, Tingkat Risiko) untuk efek – efek nonkarsinogenik (ATSDR,2005). RQ dihitung dengan membagi asupan nonkarsinogenik (Ink) risk agent. Risiko kesehatan dinyatakan ada dan perlu dikendalikan jika  $RQ > 1$ . Jika  $RQ = 1$ , risiko tidak perlu dikendalikan tetapi perlu dipertahankan agar nilai numerik RQ atidak melebihi 1.

#### Hasil

Karakteristik responden yang diambil dalam penelitian ini adalah jenis kelamin, umur, masa kerja dan berat badan. Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata dari 3 responden yang bekerja sebagai relawan lalu lintas jalan Inspeksi PAM Kota Makassar adalah laki-laki (100%). Distribusi frekuensi umur, masa kerja dan berat badan dapat dilihat pada tabel 1 .

Dari tabel 1 terlihat umur responden terbanyak berada pada rentang umur 35-40 tahun, rata-rata lama kerja responden 3-5 tahun dan bobot responden terbanyak 60-65 tahun. Pengukuran sampel udara dilakukan di laboratorium dengan metode HVAES sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengukuran konsentrasi timbal (Pb) pada penelitian ini dibagi menjadi 3 titik

**Tabel 1. Distribusi Frekuensi Variabel Umur, Lama Terpapar dan Berat Badan**

| Variabel             | Frekuensi (n) | %    |
|----------------------|---------------|------|
| Umur (Tahun)         |               |      |
| 25-30                | 2             | 67%  |
| 35-40                | 1             | 33%  |
| Lama Bekerja (Tahun) |               |      |
| 3-5                  | 3             | 100% |
| Berat Badan (Kg)     |               |      |
| 50-60                | 1             | 33%  |
| 60-65                | 2             | 67%  |
| Total                | 3             | 100% |

pengukuran di sepanjang jalan Inspeksi PAM Kota Makassar. Titik pertama pengambilan sampel polutan timbal (Pb) berada di pertigaan jalan Inspeksi PAM dan jalan Abdullah Daeng Sirua, yang kedua titiknya di Jembatan Penghubung jalan Dr. Leimena dan jalan Inpeksi PAM.

Berdasarkan hasil pengukuran, konsentrasi Timbal (Pb) tertinggi pada pagi hari terdapat di titik 1 (pertigaan Jalan Abdullan Daeng Sirua dan Jalan Inspeksi PAM) yaitu sebesar 0,396  $\mu\text{g}/\text{Nm}^2$ . Konsentrasi Timbal (Pb) tertinggi pada siang hari terdapat pada titik 1 (pertigaan Jalan Abdullan Daeng

**Tabel 2 .Hasil Pengukuran Konsentrasi Timbal ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^2$ ), Temperatur dan Kelembaban di Jl.Inspeksi PAM Kota Makassar**

| Waktu Pengukuran | Hasil Pengukuran                                      |         |         |                     |    |                    |    |    |    |
|------------------|---|---------|---------|---------------------|----|--------------------|----|----|----|
|                  | Konsentrasi Timbal (Pb) ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^2$ ) |         |         | Suhu dan Kelembaban |    |                    |    |    |    |
|                  | Titik 1   | Titik 2 | Titik 3 | Titik 1             |    | Titik 3            |    |    |    |
|                  |   |         |         | $^{\circ}\text{C}$  | %  | $^{\circ}\text{C}$ | %  |    |    |
| Pagi             | 0,396   | 0,3505  | 0,3309  | 33                  | 80 | 31                 | 41 | 34 | 30 |
| Siang            | 0,469   | -       | 0,3691  | 35                  | 49 | -                  | -  | 34 | 33 |
| Sore             | -   | 0,4801  | -       | -                   | -  | 29                 | 60 | -  | -  |

**Tabel 3. Hasil Pengukuran *Intake* di setiap titik**

| Waktu Pengukuran | Intake Responden (Mg/Kg/Hari) Titik 1 | Intake Responden (Mg/Kg/Hari) Titik 2 | Intake Respondent (Mg/Kg/Hari) Titik 3 |
|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Pagi             | 0,001                                 | 0,001                                 | 0,004                                  |
| Siang            | 0,001                                 |                                       | 0,002                                  |
| Sore             | -                                     | 0,001                                 |  |

Sirua dan Jalan Inspeksi PAM) yaitu sebesar 0,4605  $\mu\text{g}/\text{Nm}^2$  dan konsentrasi terendah terdapat pada titik 3 yaitu sebesar 0,3691  $\mu\text{g}/\text{Nm}^2$ , dan konsentrasi Pb (Timbal) pada sore hari di Titik 2 (Jembatan Penghubung Jalan Dr. Leimena dengan Jalan Inpeksi PAM).

Karakteristik Risiko merupakan estimasi risiko secara numerik, melalui estimasi risiko dengan probabilitas kuantitatif, yaitu perbandingan antara asupan dan konsentrasi referensi (RfC). Tingkat risiko dinyatakan dengan jumlah risiko (Risk Quotients). Semakin besar nilai  $RQ > 1$  maka kemungkinan terjadinya potensi risiko kesehatan semakin besar, sebaliknya semakin kecil  $RQ < 1$  maka kemungkinan terjadinya risiko kesehatan semakin kecil. Karakteristik Risiko dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko atau dengan kata lain kata-kata tersebut menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis dalam ARKL mempunyai risiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan ciri-ciri seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi paparan tertentu) atau tidak. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan/membagi asupan dengan dosis/konsentrasi agen risiko. Variabel yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah asupan (diperoleh dari analisis paparan) dan dosis referensi (RfD)/konsentrasi referensi (RfC) yang diperoleh dari literatur yang ada. Acuan Konsentrasi (RfC) merupakan acuan konsentrasi yang digunakan yang diperoleh dari Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (US EPA). RfC untuk Timbal (Pb) adalah 4,93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  atau 0,00493  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Berdasarkan rumus diatas, nilai RQ Timbal (Pb) pada responden pada tiga titik pengambilan sampel nilai  $RQ < 1$  yang berarti ketiga responden tersebut tidak berisiko.

### Pembahasan

Pencemaran udara merupakan permasalahan yang tidak dapat dipisahkan dari seluruh wilayah di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dan konsumsi energi dapat menjadi penyebab menurunnya kualitas lingkungan udara pada suatu wilayah. WHO pada tahun 2016 memperkirakan lebih dari 3 juta kasus kematian terjadi setiap tahunnya di seluruh dunia akibat paparan polusi udara, terutama yang disebabkan oleh aktivitas lalu lintas, dimana polusi udara menyebabkan 1 dari 8 kematian akibat penyakit pernafasan, penyakit jantung, stroke, dan kanker (Fatmayani dkk,2022).

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi Timbal (Pb) pada tiga titik jalan Inspeksi PAM Kota Makassar masih dibawah nilai ambang batas berdasarkan PP No. 41 Tahun 1999 dan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No. 69 Tahun 2010. Dari ketiga responden semuanya mempunyai skor  $RQ < 1$  yang berarti tidak mempunyai risiko baik yang bersifat karsinogenik maupun non-karsinogenik.

### Daftar Pustaka

- Agustina, L. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl) Parameter Air Minum Untuk Pekerja Di Kabupaten Pasuruan Tahun 2017. MTPH Journal. 2019;3(1)61-69
- Anindityo, I. C. (n.d.). Risiko kesehatan Pb dan Hg pada sayuran di desa Kopeng Kabupaten Semarang. VISIKES Jurnal Kesehatan Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro. 2021;20(1)014-026

- Basri, S., Bujawati, E., & Amansyah, M. (2014). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan). *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Ervianti, T., Ikhtiar, M., & Bintara, A.. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Timbal (Pb) pada Pa'limbang-limbang di Jl.Urip Sumoharjo Kota Makassar.*Jurnal Sanitasi dan lingkungan*. 2021;2(1)128-138
- Fatmayani, I., & Gafur, A. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Timbal Dan Kromium Pada Masyarakat Yang Mengonsumsi Kerang Marcia Hiantina Di Perairan Selat Makassar. *Window Of Public Health Journal*. 2022;2(6)1831-1842
- Ishak, H., Ikhtiar, M., Bintara, A., & Habo, H. (N.D.). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Pm10 Pada Relawan Lalu Lintas Di Jalan Urip Sumoharjo Kota Makassar. *Jurnal Mirai Management*. 2019;4(2)347-353
- Ismah Latifah, H., Gusti, A., & Pristi Rahmah, S.. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan PM2.5 Pada Siswa Di SD N 28 Mandau Duri Riau Tahun 2020. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan*. 2021; 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.25077/jk3l.2.1.1-10.202>
- Izzati, C., Noerjoedianto, D., & Siregar, S. A. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Pada Penyapu Jalan Di Kota Jambi Tahun 2021. *Jurnal Kesmas Jambi*. 2021;5(2), 45–54. <https://doi.org/10.22437/jkmj.v5i2.14032>
- Maherdyta, N. R., Syafitri, A., Septywantoro, F., & Annisa, P. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Dan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) Pada Masyarakat Di Wilayah Yogyakarta. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*. 2022;2(1)51-59.
- Mutiara, C., & Mella, W. I. I. (N.D.). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Nitrit Dan Kadmium Dari Air Sumur Di Kelurahan Tarus. *J. Il. Tan. Lingk.* 2020;22(2)40-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.22.2.40-45>
- Nurfadillah, A. R., & Maksum, T. S. Environmental Health Risk Assessment Of Mercury Exposure In Red Snapper Fish To Cognitive Function Disorders. *Jambura Journal Of Health Sciences And Research*. 2021;3(2), 181–194. <https://doi.org/10.35971/jjhsr.v3i2.1031>
- Nurfadillah, A. R., & Petasule, S. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (So<sub>2</sub>, No<sub>2</sub>, Co Dan Tsp) Di Ruas Jalan Wilayah Bone Bolango. *Journal Health And Science;Gorontalo Journal Health And Science Community*. 2022;6(1)76-89
- Simbolon, A. R. Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Timbal (Pb) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 2018;3(3);197-208. <https://doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i3.207>
- Sosiawan, I., Selomo, M., & Birawida, A. B. Penilaian Risiko Paparan Co, Pb Dan No<sub>2</sub> pada Anak Sekolah di Kawasan Sekolah Dasar Makassar. *Hasanuddin Journal of Public Health*, 2020;1(1); 26–40. <https://doi.org/10.30597/hjph.v1i1.9510>
- Wenas, R. A., Pinontoan, O. R., & Sumampouw, O. J. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) di Sekitar Kawasan Shopping Center Manado. 2020;1(2)53-58
- Cindy, I. K., Nordjoedianto, D & Siregas, A. S. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Nitrogen dioksida (No<sub>2</sub>) pada Penyapu Jalan di Kota Jambi Tahun 2021. *Jurnal Kesmas Jambi (JKMJ)*.2021;5(2)45-54