



## Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Sianida (CN) Secara *Real-Time* pada Sumber Air PAMSIMAS di Area Pertambangan Emas

### *Real-Time Health Risk Assessment Due to Cyanide (CN) Exposure at PAMSIMAS Water Sources in Gold Mining Areas*

Tri Septian Maksum<sup>1\*</sup>, Ramli O Kadir<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

\*Corresponding Author: E-mail: [triseptian@ung.ac.id](mailto:triseptian@ung.ac.id)

#### Artikel Penelitian

##### Article History:

Received: 11 December, 2023

Revised: 5 February, 2024

Accepted: 11 May, 2024

##### Kata Kunci:

Sianida;

PAMSIMAS;

Pertambangan emas

##### Keywords:

Cyanide;

PAMSIMAS;

Gold mining

DOI: [10.56338/jks.v7i5.4572](https://doi.org/10.56338/jks.v7i5.4572)

#### ABSTRAK

Sianida (CN) merupakan zat pencemar yang sifatnya toksik dan menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat. Aktivitas pertambangan emas tradisional menggunakan CN dalam proses sianidasi untuk dapat melepas emas dari bijihnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan akibat paparan CN secara *real-time* pada sumber air PAMSIMAS (penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat) di area pertambangan emas di Desa Tulabolo Timur Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango. Jenis penelitian yaitu observasional deskriptif dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Pengambilan sampel objek dilakukan di tiga titik dan subjek sebanyak 50 responden. Pengukuran kadar CN pada air PAMSIMAS dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo menggunakan metode analisis spectrophotometric. Hasil penelitian ditemukan kandungan CN pada Air PAMSIMAS 0,01 ppm. *Intake real-time* CN oral 0,000217325 mg/kg/hari, sedangkan CN dermal 0,00000241339 mg/kg/hari. Tingkat risiko CN oral 0,34495994 mg/kg/hari sedangkan CN dermal 0,00383078 mg/kg/hari. Disimpulkan bahwa sumber air PAMSIMAS masih aman ( $RQ \leq 1$ , tidak berisiko) untuk aktivitas MCK dan minum, serta tidak berisiko non-karsinogenik bagi masyarakat. Disarankan kepada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bone Bolango untuk melakukan monitoring kualitas sumber air bersih PAMSIMAS di Desa Tulabolo Timur setiap tahun sekali.

#### ABSTRACT

Cyanide (CN) is a pollutant that is toxic and causes public health problems. Traditional gold mining activities use CN in the cyanidation process to release gold from the ore. This study aims to determine the level of health risk due to real-time exposure to CN at PAMSIMAS (community-based drinking water and sanitation provision) water sources in the gold mining area in East Tulabolo Village, East Suwawa District, Bone Bolango Regency. The type of research is descriptive observational with an Environmental Health Risk Analysis (EHRA) approach. Object sampling was carried out at three points and the subjects were 50 respondents. Measurement of CN levels in PAMSIMAS water was carried out at the Regional Health Laboratory of Gorontalo Province using a spectrophotometric analysis method. The research results found that the CN content in PAMSIMAS water was 0.01 ppm. The real-time intake of CN oral is 0.000217325 mg/kg/day, while CN dermal is 0.00000241339 mg/kg/day. The risk level for CN oral is 0.34495994 mg/kg/day while CN dermal is 0.00383078 mg/kg/day. It was concluded that the PAMSIMAS water source is still safe ( $RQ \leq 1$ , no risk) for toilet and drinking activities, and does not pose a non-carcinogenic risk to the community. It is recommended that the Bone Bolango Regency Environmental Service monitor the quality of PAMSIMAS clean water sources in East Tulabolo Village once every year.

## PENDAHULUAN

Pertambangan emas tradisional merupakan salah satu kegiatan ekonomi masyarakat yang pemrosesan emasnya berlangsung dalam beberapa tahap, yaitu ekstraksi batuan, pemrosesan, dan pembuangan limbah (Gani dkk., 2017). Pada prinsipnya penambangan emas memiliki risiko kerusakan lingkungan yang sangat mungkin terjadi yaitu erosi dan perubahan bentuk permukaan bumi. Sampai saat ini, tidak ada metode yang lebih efisien dan ekonomis untuk mengekstraksi emas dari batuan selain menggunakan merkuri ataupun sianida (Limbong, 2019).

Daerah sekitar tambang merupakan daerah yang sangat rawan tumbuhnya pengolahan emas dengan metode fusi dan sianidasi yang dirintis oleh masyarakat pendatang. Proses ini menjadi semakin umum ketika bijih emas memiliki karakteristik yang sesuai untuk diproses melalui fusi dan dilanjutkan melalui sianidasi. Akan tetapi, teknologi pengolahan emas yang sederhana mengabaikan aspek keselamatan pekerja dan lingkungan pengolahan (Utara, 2018). Penelitian oleh Ronald & Yaumal (2020) menunjukkan bahwa sampel air tanah yang diambil sejauh 91 m dan 126 m dari sumber menghasilkan konsentrasi sianida 0,088 mg/L dan 0,067 mg/L. Berdasarkan hasil simulasi disimpulkan bahwa cemaran sianida tersebar lebih dari 600 m dari sumbernya, dan sebaran sianida diperkirakan selama 20 tahun, 40 tahun, 60 tahun dan 80 tahun, sianida akan terdeteksi pada jarak 900 m, 1600 m, 2200 m dan 3000 m.

Sianida (CN) adalah bahan kimia yang apabila digunakan secara berlebihan dan tidak bertanggung jawab dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia dan hewan lainnya melalui kontak kulit (dermal/transdermal), tertelan ke dalam paru-paru (inhalasi) dan tertelan melalui pencernaan. Rute (konsumsi) yang dapat menimbulkan efek samping (toksik) yang dapat bersifat akut, subkronis dan kronis (Limbong, 2019). Kadar maksimal sianida di air bersih yaitu 0,1 mg/L (PERMENKES RI NO. 32/2017), sedangkan di air minum 0,07 mg/L (PERMENKES RI NO. 492/MENKES/PER/IV/2010). Sianida dapat menyebabkan kerugian bila terdapat dalam jumlah yang melebihi baku mutu lingkungan. Peningkatan kandungan sianida dapat merusak struktur membran (Bobby & Desmi, 2022).

Bentuk sianida sederhana dapat larut dalam air dan terionisasi secara cepat dan sempurna menghasilkan sianida bebas dan ion logam (Hazimah dkk., 2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat akumulasi sianida di perairan antara lain suhu, salinitas, pH, serta kecepatan dan arah arus (Maksum, 2017). Di Indonesia, penggunaan sianida dalam pertambangan diatur dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 23 Tahun 2008 Pasal 5 yang menyatakan bahwa penggunaan sianida harus dihindari dalam proses pemurnian emas. Untuk ekstraksi sianida, pH larutan harus dijaga dalam kisaran pH dasar 10-11 dan tanaman harus bersentuhan dengan udara luar (Abbas dkk., 2022).

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 876/Menkes/SK/VIII/2001 tentang pedoman teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan menyatakan bahwa Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko yang diawali dengan mendeskripsikan masalah lingkungan. Bahasan ARKL dititik beratkan pada *risk agent* berupa logam berat yang memang hanya menimbulkan keracunan. *Risk agent* yang dibahas dalam ARKL meliputi 2 (dua) aspek yang merugikan kesehatan manusia yaitu efek karsinogenik dan efek nonkarsinogenik.

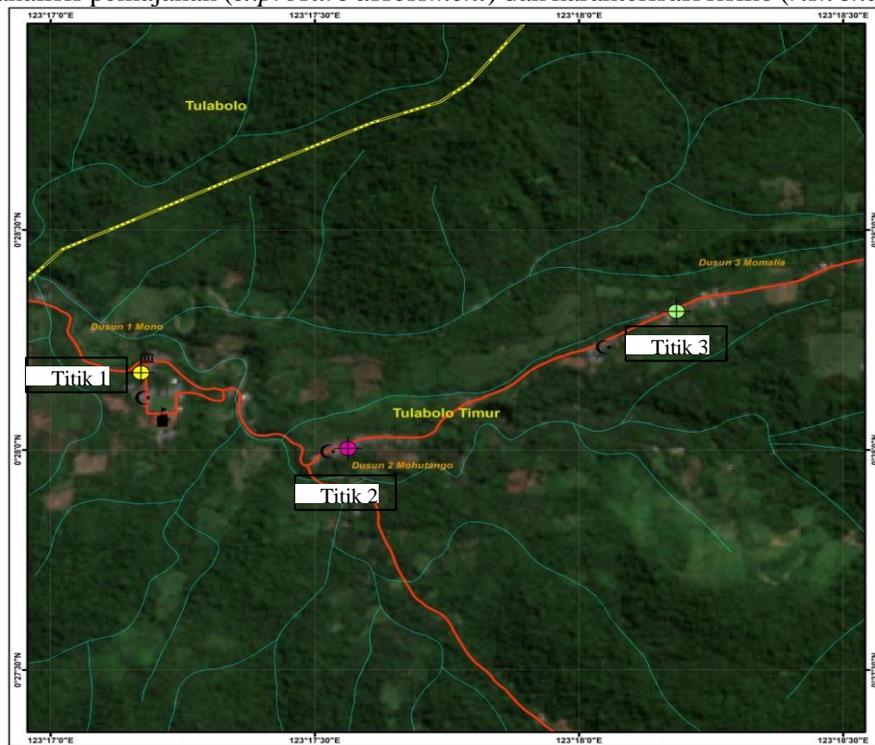
Provinsi Gorontalo merupakan provinsi unik dimana kegiatan Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) telah merambah ekonomi secara mendalam, dan menunjukkan efek berbahaya PESK terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Kabupaten Bone Bolango merupakan tempat potensial tambang PESK, dimana masyarakatnya sebagian besar bermata pencaharian sebagai penambang emas. Masyarakat sekitar PESK menggunakan air sungai sebagai sumber air minum, untuk memasak dan untuk produksi pertanian (Komatsu dkk, 2022). Kecamatan Suwawa Timur merupakan salah satu hotspot pertambangan di Kabupaten Bone Bolango. Area penambangan berada di dalam kawasan hutan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (TNBNW). Hingga saat ini, kawasan pertambangan tersebut hanya

dikelola secara ilegal sebagai pertambangan skala kecil (Pongoliu, 2022).

Menurut Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi Gorontalo, penambangan emas pasti akan berdampak negatif terhadap kualitas air sungai. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemerintah desa setempat dan data dari *International Research Collaboration* UNG – RINH TDCOPs *To Reduce The Use Of Mercury In The ASGM Area* tahun 2020 bahwa masyarakat Desa Tulabolo Timur menggunakan berbagai macam sumber air yakni air ledeng/PDAM, sumur bor, sumur gali, mata air, air sungai, dan air PAMSIMAS (Penyediaan Air Bersih dan Sanitasi Berbasis Masyarakat) dari program pemerintah, sedangkan sumber air minum yang dikonsumsi masyarakat bersumber dari empang/sungai/waduk, sumur permanen, mata air, air ledeng (PAM) dan air minum isi ulang yang berada didaerah tersebut yang di duga terkontaminasi dengan sianida karena lokasinya berdekatan dengan penambang emas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan akibat paparan CN secara *real-time* pada sumber air PAMSIMAS (penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat) di area pertambangan emas di Desa Tulabolo Timur Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango.

## METODE

Jenis penelitian yaitu observasional deskriptif dengan pendekatan ARKL yang Langkah-langkahnya meliputi identifikasi bahaya (*hazard identification*), analisis dosis-respon (*dose-response assessment*), analisis pajanan (*exposure assessment*) dan karakterisasi risiko (*risk characterization*).



Gambar 1. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air PAMSIMAS

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari populasi objek dan subjek, dimana populasi objek yakni air PAMSIMAS yang digunakan masyarakat untuk keperluan MCK dan minum, sedangkan populasi subjek yakni seluruh masyarakat Desa Tulabolo Timur Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango sejumlah 679 orang. Dalam penelitian ini sampel obyek adalah Air PAMSIMAS yang diambil sebanyak 3 titik (Gambar 1) berdasarkan jumlah dusun di Desa Tulabolo Timur dan sampel subyeknya adalah masyarakat Desa Tulabolo Timur yang diperoleh menggunakan teknik *purposive sampling* yakni

sejumlah 50 responden dengan kriteria masyarakat yang menggunakan air PAMSIMAS untuk kebutuhan MCK dan sumber air minum serta bersedia untuk diwawancarai. Instrumen yang digunakan berupa kuesioner dan alat *Spectropharo 300* untuk pengujian kadar sianida pada air PAMSIMAS dengan menggunakan metode analisis *spectrophotometric*. Data selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan ARKL, yang data-datanya dikaji secara deskriptif.

**HASIL**

**Karakteristik Perairan**

Karakteristik perairan yang diamati meliputi pH dan suhu. Hasil pengukurannya adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Karakteristik Air PAMSIMAS

Titik	Lokasi	Hasil Pengukuran					
		pH Terukur	NAB (PermenkesR1 No. 32 Tahun 2017)	Ket	Suhu Terkur (°C)	NAB (PermenkesR1 No. 32 Tahun 2017) (°C)	Ket
1	Dusun 1 (Mono)	7	6,5 – 8,5	MS	28	27 – 33	MS
2	Dusun 2 (Mohutango)	7	6,5 – 8,5	MS	27	27 – 33	MS
3	Dusun 3 (Momalia)	7	6,5 – 8,5	MS	28	27 - 33	MS

MS = Memenuhi Syarat

Berdasarkan Tabel 1 bahwa pH terukur rata-rata adalah 7 dan suhu terukur berkisar 27-28 °C yang artinya masih memenuhi syarat sesuai dengan standar baku mutu Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu air bersih yaitu 6,5 – 8,5 untuk pH dan 27 – 33 °C untuk suhu.

**Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Identifikasi Bahaya**

**Tabel 2.** Identifikasi Bahaya CN

Identifikasi Bahaya	Uraian
Agen risiko spesifik	Sianida (CN)
Media Lingkungan yang potensial	Air Bersih dan Air Minum
Konsentrasi risiko	0,1 ppm (mg/l) dan 0,07 ppm (mg/l)
Konsentrasi terukur	0 ppm (Dusun 1 Mono) 0 ppm (Dusun 2 Mohutango) 0,01 ppm (Dusun 3 Momalia)
Bahaya Kesehatan yang Potensial	Toksitas sianida biasanya dikaitkan dengan pembentukan kompleks dengan logam berat yang bertindak sebagai kofaktor enzim. Sianida bekerja sangat cepat dan bisa berakibat fatal dalam hitungan menit.

## Analisis Pemajanan

**Tabel 3.** Kandungan CN dalam Air PAMSIMAS

Titik	Lokasi	Hasil pengukuran			Ket
		CN Terkur (ppm)	NAB (Permenkes R1 No. 32 Tahun 2017) (ppm)	NAB (Permenkes R1 No. 492 Tahun 2010) (ppm)	
1	Dusun 1 (Mono)	ttd	0,1	0,07	MS
2	Dusun 2 (Mohutango)	ttd	0,1	0,07	MS
3	Dusun 3 (Momalia)	0,01	0,1	0,07	MS

ttd = tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa CN tidak terdeteksi pada titik 1 dan 2 dengan kata lain air yang ada di dusun 1 dan 2 belum tercemar oleh sianida, namun pada titik 3 terdeteksi dengan konsentrasi 0,01 ppm tetapi masih dibawah batas baku mutu menurut PERMENKES RI NO. 492/MENKES/PER/IV 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan PERMENKES RI NO.32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air.

**Tabel 4.** Intake Real-Time Paparan CN secara Oral dan Dermal

Variabel	Nilai		
	Dusun 1 (Mono)	Dusun 2 (Mohutango)	Dusun 3 (Momalia)
<i>a. Paparan Oral</i>			
Konsentrasi CN (C)	0	0	0,01 ppm
Laju Asupan (R)	2 liter/hari	2 liter/hari	2 liter/hari
Frekuensi Paparan ( $f_E$ )	365 hari/tahun	365 hari/tahun	365 hari/tahun
Durasi Paparan (Dt)	21,30 tahun	17,50 tahun	17,75 tahun
Berat Badan (Wb)	53,10 kg	53,45 kg	54,45 kg
Waktu Rata-rata ( $t_{avg}$ )	10,950 hari/tahun	10,950 hari/tahun	10,950 hari/tahun
Intake Real-Time (I)	0	0	0,000217325 mg/kg/hari
<i>b. Paparan Dermal</i>			
Konsentrasi CN (C)	0	0	0,01 ppm
Faktor Konversi (CF)	0,001 cm <sup>3</sup>	0,001 cm <sup>3</sup>	0,001 cm <sup>3</sup>
Koefisien Permeabilitas Kulit ( $K_p$ )	0,001 cm/jam	0,001 cm/jam	0,001 cm/jam
Luas Permukaan Kulit (SA)	23.000 cm <sup>2</sup>	22.210 cm <sup>2</sup>	22.210 cm <sup>2</sup>
Frekuensi Paparan ( $f_E$ )	365 hari/tahun	365 hari/tahun	365 hari/tahun
Durasi Paparan (Dt)	21,30 tahun	17,50 tahun	17,75 tahun
Berat Badan (Wb)	53,10 kg	53,45 kg	54,45 kg
Waktu Rata-rata ( $t_{avg}$ )	10,950 hari/tahun	10,950 hari/tahun	10,950 hari/tahun
Intake Real-Time (I)	0	0	0,00000241339 mg/kg/hari

### Analisis Dosis-Respon

Analisis dosis-respon yaitu untuk menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas *risk agent* untuk setiap bentuk spesi kimianya. Dosis referensi yang disebut RfD CN diperoleh berdasarkan literatur pada database *Integrated Risk Information System (IRIS)* yakni 00063 mg/kg/hari untuk sianida.

### Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko atau Risk Quotient (RQ) merupakan penentuan risiko dihitung dengan membandingkan nilai intake tiap-tiap responden dengan nilai dosis respon (RfD). Apabila nilai  $RQ < 1$  berarti pajanan sianida masih aman bagi kesehatan manusia, dan apabila  $RQ > 1$  berarti pajanan sianida tidak aman bagi kesehatan manusia dan perlu dilakukan pengendalian/manajemen risiko.

**Tabel 5.** Tingkat Risiko (RQ) *Real Time* CN secara Oral dan Dermal

Lokasi	Oral		Dermal	
	RQ	Karakterisasi Risiko	RQ	Karakterisasi Risiko
Dusun 1 (Mono)	0	Tidak Berisiko	0	Tidak Berisiko
Dusun 2 (Mohutango)	0	Tidak Berisiko	0	Tidak Berisiko
Dusun 3 (Momalia)	0,34495994	Tidak Berisiko	0,00383078	Tidak Berisiko

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai  $RQ \leq 1$  untuk ketiga titik lokasi sehingga dapat dikatakan bahwa tidak berisiko mengalami gangguan kesehatan pada masyarakat di Desa Tulabolo Timur, baik melalui jalur pajanan oral maupun dermal.

### DISKUSI

Hasil pengukuran konsentrasi CN di air PAMSIMAS menggunakan alat Spectropharo 300 dan hasil menunjukan bahwa dari ketiga titik lokasi tidak melebihi baku mutu jika dibandingkan dengan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh PERMENKES RI NO. 492/MENKES/PER/IV 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan PERMENKES RI NO.32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air.

Laju degradasi CN dalam air PAMSIMAS dipengaruhi oleh pH dan suhu yang merupakan bagian dari indikator atau tanda bahwa air tersebut tercemar. Menurut Limbong (2019), pH air yang memenuhi syarat pemakaian normal adalah sekitar 6,5–7,5. Tergantung pada nilai pH, air bersifat asam atau basa. Ketika pH di bawah pH normal, air bersifat asam dan ketika di atas pH normal, maka air bersifat basa. Keberadaan limbah dapat mengubah pH air, yang mengganggu kehidupan organisme akuatik. Sebagian besar organisme akuatik sangat sensitif terhadap perubahan pH. pH sangat mempengaruhi proses biokimia air, termasuk proses nitrifikasi yang disebabkan rendahnya pH air. Logam berat masuk ke lingkungan perairan melalui air hujan, limpasan air permukaan, erosi batuan mineral yang terkorosi, dan berbagai aktivitas manusia seperti kegiatan industri, pertambangan, pengolahan, atau penggunaan logam dan material pembawa logam. Kelarutan logam berat dalam air dapat menjadi lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut. Jika suhu air minum lebih tinggi dari suhu udara, terjadi penyimpangan dari suhu normal. Ini meningkatkan toksisitas dan kelarutan bahan pencemar dan dapat meningkatkan umur mikroorganisme tertentu.

Konsentrasi CN yang terdeteksi hanya terdapat pada titik 3 yaitu dusun 3 Momalia sebesar 0,01 ppm, dikarenakan titik 3 sedikit berdekatan dengan sumber pencemar pertambangan dan juga berasal dari sumber alami mengingat lokasi tersebut lebih ke wilayah pertanian yang menggunakan pestisida

untuk membasmi hama tanaman dan pupuk untuk menyuburkan tanaman yang menjadi pilihan utama bagi petani, dibandingkan dengan dusun 1 dan 2 yang agak jauh dengan dusun 3 dan lebih sedikit wilayah pertaniannya. Menurut Korniasih dkk (2021), kegiatan pertanian dapat mengakibatkan zat kimia dan mikrobiologi masuk ke sumber dan mencemari sumber air PAMSIMAS. Pupuk, sabun dan detergen dapat menjadi sumber pencemar berupa nitrogen dan fosfat. Adanya zat tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik air dengan cara larut dalam air. Selain itu, oksigen terlarut sebagai senyawa penting dalam air mempengaruhi aktivitas kimia dan biologi air PAMSIMAS.

Paparan oral terhadap CN dalam air PAMSIMAS dihitung secara *real-time*, yang tujuannya adalah untuk menggambarkan tingkat paparan yang dialami responden dari awal hingga saat penelitian. Nilai asupan berbanding lurus dengan nilai konsentrasi CN, jumlah asupan, frekuensi paparan dan durasi. Artinya semakin tinggi nilainya maka semakin tinggi pula nilai konsumsi orang atau populasi yang terpapar, sedangkan nilai konsumsi berbanding terbalik dengan rata-rata berat badan dan jangka waktu. Untuk paparan kulit/dermal, nilai penyerapan berbanding lurus dengan nilai konsentrasi CN, faktor konversi, koefisien permeabilitas kulit, luas permukaan kulit, frekuensi dan durasi paparan.

Jika polutan masuk ke dalam tubuh manusia, maka akan menumpuk di jaringan tubuh dan tidak dapat lagi dikeluarkan dari tubuh. Pada konsentrasi yang sudah tinggi dalam tubuh manusia, hal itu menimbulkan efek negatif yang serius (Adhani dan Husaini, 2017). Menurut Limbong (2019), ketika sianida memasuki tubuh dalam jumlah kecil, sianida berubah menjadi tiosianat, yang lebih aman dan diekskresikan dalam urin, dan sianida berikatan dengan vitamin B12. Jika sianida masuk ke dalam tubuh dalam dosis besar, tubuh tidak dapat mengubah sianida menjadi tiosianat atau mengikatnya dengan vitamin B12.

Masuknya CN ke dalam tubuh melalui paparan oral memberikan efek yang lebih besar dibandingkan melalui kulit, karena CN lebih mudah diserap dalam sistem pencernaan dan menyebar lebih cepat di jaringan tubuh dibandingkan paparan dermal, dimana efeknya tergantung. Permeabilitas epidermis, kelarutan lipid, hidrasi kulit, luas dan panjang permukaan kontak, dan konsentrasi cairan pada korban (Limbong, 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keluhan kesehatan yang dirasakan responden selama 3 bulan terakhir yaitu 32% vertigo, 30% mual muntah dan 30% tremor/gemetar pada anggota tubuh yang merupakan efek dari paparan sianida.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, besar risiko dari kondisi *real-time* untuk ketiga lokasi memiliki nilai  $RQ \leq 1$  yang berarti konsentrasi CN pada sumber air PAMSIMAS Desa Tulabolo Timur tidak berisiko terhadap kesehatan masyarakat. Durasi paparan yang lebih lama akan lebih berisiko mengalami gangguan kesehatan. Pemukiman warga yang berada di area pertambangan emas di Desa Tulabolo Timur Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango yang dicurigai limbah dari pertambangan masuk sampai ke pemukiman warga khususnya pada sumber air masyarakat, ternyata setelah diteliti sumber air PAMSIMAS nya masih aman untuk aktivitas MCK dan juga untuk dikonsumsi walaupun masih terdapat kandungan CN yang konsentrasinya masih dibawah nilai ambang batas, namun tetap saja tidak berisiko non-karsinogenik pada setiap individu yang dibuktikan dengan menggunakan metode ARKL.

## KESIMPULAN

Sumber air PAMSIMAS yang menjadi sumber kebutuhan air bersih dan air minum masyarakat di area pertambangan emas Desa Tulabolo Timur Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango masih tergolong aman dan tidak berisiko non-karsinogenik bagi masyarakat ( $RQ \leq 1$ , tidak berisiko).

## SARAN

Disarankan kepada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bone Bolango untuk melakukan monitoring kualitas sumber air bersih PAMSIMAS di Desa Tulabolo Timur setiap tahun sekali. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai paparan sianida dengan menggunakan biomarker, misalnya

rambut, urin dan darah. Selain itu, masyarakat agar lebih waspada terhadap penggunaan air bersih sebagai kebutuhan sehari-harinya, karena berlokasi di area pertambangan emas.

#### KETERBATASAN

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yakni tidak dilakukan pemeriksaan biomarker CN pada manusia, seperti rambut, urin dan darah untuk dapat memastikan kadar CN di dalam tubuh manusia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. A. R., Makaminan, M. A., & Sumenge, D. (2022). *Gambaran Kadar Sianida (CN) Dalam Urine Pada Penambang Emas Tradisional di Desa Lapango Kabupaten Kepulauan Sangihe*. 1(1), 1–5.
- Adhani, Husaini, R. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia* (K. Syarifah (ed.); II). Lambung Mangkurat University Press.
- Bobby J.P & Desmi N.S. (2022). *Pendugaan Kandungan Merkuri dan Sianida di Daerah Aliran Sungai (DAS) Buyat Minahasa*. EKOTON Vol. 2, No. 1:31-37. ISBN 1412-3487 diakses pada tanggal 24 September 2022.
- Gani, P. R., Abidjulu, J., Wuntu, A. D., & Kimia, J. (2017). *Analisis Air Limbah Pertambangan Emas Tanpa Izin Desa Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow*. 6(2), 6–11.
- Hazimah, N. (2018). *Analisis Kandungan Arsenik (As) Dan Cianida (CN) Depot Air Minum Isi Ulang Di Kota Batam*. 3(2), 129–133.
- Komatsu, S., Pongoliu, Y. I. D., & Sakakibara, M. (2022). *Examining Preference Heterogeneity in Best-Worst Scaling: Case of Preferences for Job Opportunities in Artisanal Small-Scale Gold Mining (ASGM) Communities in Indonesia*.
- Korniasih, N, dkk. (2021). *Kualitas Air Pamsimas Desa Saba Kabupaten Gianyar Ditinjau Dari Sifat Fisik, Kimia Dan Mikrobiologi*. Volume 12 Nomor 02 Oktober 2021.
- Limbong E. (2019). *Analisis Risiko Kesehatan Paparan Merkuri (Hg) Dan Sianida (CN) Pada Masyarakat Desa Kayeli Kecamatan Teluk Kayeli Kabupaten Buru*. Universitas Hasanudin Makassar [Tesis].
- Maksum T.S. 2017. *Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Dan Sianida (Cn) Dalam Sedimen, Kerang Hijau (Perna Viridis) Dan Urin Pada Masyarakat Pesisir Desa Mallasoro Kecamatan Bangkala Kabupaten Jeneponto*. Program Pasca Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar [Tesis].
- Pongoliu, Y. I. (2022). *Pelatihan Perencanaan Keuangan Keluarga Pada Istri Penambang Di Desa Tulabolo Barat Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango*. 01, 193–199.
- Ronald L.S & Yaumal A. (2020). *Pola Penyebaran Sianida Pada Air Tanah Dangkal di Lokasi Pertambangan Emas*. Journal of Civil Engineering and Vocational Education. Vol. 7, No. 1. ISBN 2622-6774. Diakses pada tanggal 24 September 2022.
- Utara, H. (2018). *Program Kesadaran Bahaya Merkuri Dan Sianida Di Daerah Lingkar Tambang: Studi Kasus Daerah Kao Teluk, Malifut Dan Kao*. 207–216.