

# **PENILAIAN RISIKO PAJANAN *TOTAL SUSPENDED PARTICULATE* PADA MASYARAKAT**

## ***RISK ASSESSMENT OF TOTAL SUSPENDED PARTICULATE EXPOSURE IN THE COMMUNITY***

**<sup>1\*</sup>Ayu Rofia Nurfadillah,<sup>2</sup>Sarinah Basri K**

<sup>1,2</sup>Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo

Kontak koresponden: ayu@ung.ac.id

### **ABSTRAK**

Pertambangan batu kapur merupakan sumber terjadinya pencemaran udara karena dapat menimbulkan partikel debu salah satunya adalah Total Suspended Particulate (TSP). Apabila konsentrasi TSP melampaui baku mutu maka akan menyebabkan beragam efek negatif baik untuk kesehatan makhluk hidup serta lingkungan. Tujuan Penelitian ini adalah menganalisis risiko pajanan TSP Pada Masyarakat di Kelurahan Buliide Kota Gorontalo. Penelitian ini merupakan studi observasional dengan desain analisis risiko kesehatan lingkungan. Langkah-langkah dalam analisis risiko kesehatan lingkungan meliputi identifikasi bahaya, analisis dosis, analisis pajanan dan karakterisasi risiko. Sampel terdiri dari sampel lingkungan dan manusia. Sampel lingkungan dalam penelitian ini yaitu udara ambien yang diukur pada 8 titik sekitar pertambangan kapur. Responden yang terlibat sebanyak 110 orang dengan metode pengambilan purposive sampling. Hasil perhitungan *Intake Realtime* pada konsentrasi TSP diperoleh nilai *Intake Realtime* tertinggi berada pada lokasi 2 yaitu 0.0180 – 0.2210 mg/kg/hari dengan rata-rata 0.013307 mg/kg/hari dan *intake lifetime* yaitu 0.0675 – 0.1980 mg/kg/hari dengan rata-rata 0.123200 mg/kg/hari. Berdasarkan tingkat risiko (RQ) pada konsentrasi TSP *realtime* dan *lifetime* didapatkan  $RQ \leq 1$  artinya tidak ada risiko atau masih aman bagi masyarakat yang tinggal di daerah pertambangan kapur Buliide. Mengingat lokasi tambang batu kapur yang begitu dekat dengan pemukiman penduduk, diharapkan pemerintah mulai memberlakukan undang-undang untuk memantau konsentrasi kandungan debu.

**Kata Kunci:** pajanan; *total suspended particulate*

### **ABSTRACT**

*Limestone mining is a source of air pollution because it can generate dust particles, one of which is Total Suspended Particulate (TSP). If the TSP concentration exceeds the quality standard, it will cause a variety of negative effects both for the health of living things and the environment. The purpose of this study was to analyze the risk of TSP exposure in the community in the Buliide Village, Gorontalo City. This research is an observational study with an environmental health risk analysis design. The steps in environmental health risk analysis include hazard assistance, dose analysis, exposure analysis, and risk characterization. The sample consists of environmental and human samples. The environmental samples in this study were ambient air which was measured at 8 points around the limestone mining. Respondents involved were 110 people using purposive sampling method. The results of realtime intake*

*calculations at TSP concentrations obtained the highest realtime intake values at location 2, namely 0.0180 – 0.2210 mg/kg/day with an average of 0.013307 mg/kg/day and lifetime intake, namely 0.0675 – 0.1980 mg/kg/day with an average an average of 0.123200 mg/kg/day. Based on the level of risk (RQ) at realtime and lifetime TSP concentrations, the acquisition of  $RQ \leq 1$  means that there is no risk or it is still safe for people who live in the Buliide limestone mining area. Considering the location of the limestone mine which is so close to residential areas, it is hoped that the government will start enacting laws to deal with dust concentrations.*

**Keywords:** *exposure; total suspended particulates*

## **Pendahuluan**

Masuknya berbagai bahan kimia yang mengganggu kehidupan makhluk hidup merupakan pencemaran udara. Penyebab pencemaran udara dapat berupa alami atau disebabkan oleh aktivitas manusia. Kegiatan dalam industri yang berpotensi menghasilkan bahan beracun dan berbahaya, seperti kegiatan manufaktur skala kecil atau penambangan ilegal misalnya saja penambangan batu kapur (Al Idrus, 2013).

Pertambangan batu kapur merupakan salah satu jenis pertambangan dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi yang dapat membahayakan kesehatan pernapasan penambang dan masyarakat sekitar, industri pertambangan ini dapat menghasilkan debu (TSP, PM<sub>2,5</sub>, dan PM<sub>10</sub>), SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> juga menjadi sumber pencemaran udara. Pemrosesan, penghancuran, pelunakan, pengepakan, dan asap dari pembakaran batu kapur semuanya berkontribusi menghasilkan partikel debu kapur. Pencemar udara berupa partikulat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu PM<sub>10</sub> (particulate matter) yang berdiameter <10 µm, PM<sub>2,5</sub> dengan diameter <2,5 µm dan TSP (*Total Suspended Particulate*) dengan ukuran diameter <100 µm (Purnamasari, 2018).

Total Suspended Particulate (TSP), juga dikenal sebagai total partikel tersuspensi adalah partikel udara yang sangat kecil termasuk debu, fume, dan asap yang dihasilkan dari aktivitas manusia, yaitu pembakaran. Pada lingkungan dan kesehatan makhluk hidup akan mendapatkan berbagai dampak negatif jika konsentrasi TSP lebih tinggi dari persyaratan baku mutu (Oktaviani, 2018). Akibat dari paparan TSP maka masyarakat berisiko mengalami gangguan kesehatan pernafasan seperti ISPA, asma, efisema, penyakit jantung dan penyakit paru-paru obstruktif kronis (PPOK) (Sundari & Septiawati, 2020). Menurut (Fathmaulida, 2013), bahaya debu batu kapur yang didalamnya terkandung CaCO<sub>3</sub> dan Silica (SiCO<sub>2</sub>) apabila terhirup dapat meningkatkan mukosa pada hidung dan sistem pernapasan kemudian menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, pada kasus lainnya apabila paparan yang berlebihan dapat menyebabkan silikosis, hiperkalsemia.

Penelitian Hamzah tahun 2013 tentang pengaruh paparan debu dan masa kerja terhadap kapasitas paru pekerja tambang kapur tradisional di Kelurahan Buliide, Kecamatan Kota Barat Tahun 2013 menunjukkan hasil bahwa terdapat pengaruh antara kadar debu TSP (> 230µg/m<sup>3</sup>) karena pengukuran telah melebihi baku mutu yang di tetapkan.

Kelurahan Buliide Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo merupakan salah satu wilayah penghasil batu kapur di Provinsi Gorontalo yang saat ini masih dilakukan secara tradisional dengan pengolahannya menggunakan peralatan sederhana dan dapat memberikan penghasilan

yang cukup bagi masyarakat sekitar, namun disisi lainpun masalah serius pada pertambangan batu kapur ini juga dapat berakibat pada pencemaran udara dan risiko kesehatan jangka panjang yang diderita oleh pekerja ataupun masyarakat yang tinggal di sekitar pertambangan (Hamzah, 2013).

Kebiasaan menghirup asap dan debu dari proses produksi batu kapur menyebabkan masyarakat yang berada disekitar pertambangan mengalami gangguan pada pernapasan seperti batuk-batuk dan sesak napas (Al Idrus, 2013). Namun untuk kajian penelitian di sekitar tempat tinggal penduduk kawasan tambang kapur belum banyak dilakukan padahal hal ini dapat berpotensi menyebabkan beberapa gangguan penyakit pada lingkungan masyarakat sekitar yang tidak hanya pada pekerja penambang kapur. Oleh sebab itu perlu juga adanya kajian penelitian untuk memprediksi dampak kesehatan terutama paparan debu berlebih pada masyarakat sekitar pertambangan batu kapur yaitu dengan cara Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan.

### Metode

Penelitian ini merupakan studi observasional dengan desain analisis risiko kesehatan lingkungan, dimana faktor risiko diukur sekaligus untuk memprediksi besarnya risiko kesehatan akibat pajanan TSP di masyarakat sekitar pertambangan. Adapun langkah-langkah dalam analisis risiko kesehatan lingkungan yakni identifikasi bahaya, analisis dosis, analisis pajanan dan karakterisasi risiko. Penelitian ini dilakukan pada bulan maret sampai bulan april tahun 2022 di Kelurahan Buliide, Kecamatan Kota Barat, Kota Gorontalo. Lokasi yang dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa kawasan tersebut memiliki pertambangan kapur yang berpotensi menimbulkan pencemaran udara berupa TSP pada masyarakat sekitar.

Populasi lingkungan adalah udara ambien di sekitar lingkungan pertambangan kapur. Sampel lingkungan dalam penelitian ini yaitu udara ambien yang diukur pada 8 titik sekitar pertambangan kapur. Pengukuran konsentrasi TSP menggunakan alat Aerosol Mass Monitor 831, pengukuran dilakukan yaitu pada Pukul 11.00 – 12.00 WITA karena pada waktu tersebut merupakan waktu aktif bagi kegiatan pertambangan beroperasi.

Populasi manusia adalah seluruh masyarakat yang tinggal di kelurahan Buliide dan berisiko terpajan Debu TSP. Sampel diambil sebanyak 110 responden dengan metode pengambilan sampel yaitu purposive sampling, dengan kriteria inklusi yaitu bersedia menjadi responden, lama tinggal >5 tahun, termasuk dalam usia produktif (15-64 tahun), dan tinggal disekitar pertambangan kapur dengan radius 0-600 m.

### Hasil

Responden dalam penelitian ini berjumlah 110 orang yang tersebar pada lokasi RT 1 sampai RT 2. Karakteristik responden masing-masing RT ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian

Karakteristik	Lokasi 1		Lokasi 2		Lokasi 3		Lokasi 4	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Jenis Kelamin								

Karakteristik	Lokasi 1		Lokasi 2		Lokasi 3		Lokasi 4	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Laki-laki	6	5.5	9	8.2	10	9.1	4	3.6
Perempuan	19	17.3	21	19.1	20	18.2	21	19.1
Pendidikan								
SD	4	3.6	6	5.5	4	3.6	5	4.5
SMP	3	2.7	4	3.6	6	5.5	3	2.7
SMA	13	11.8	15	13.6	15	13.6	13	11.8
Perguruan Tinggi	5	4.5	5	4.5	5	4.5	4	3.6
Lama Tinggal								
<30	15	13.6	23	20.9	18	16.4	20	18.2
30-40	4	3.6	3	2.7	3	2.7	3	2.7
>40	6	5.5	4	3.6	9	8.2	2	1.8

Identifikasi bahaya dilakukan dengan menganalisis konsentrasi debu (TSP), sumber debu, dan risiko kesehatan dari paparan debu (Tabel 2). Hasil pengukuran konsentrasi debu TSP pada empat titik yang dianggap mewakili kelurahan Buliide, diketahui bahwa kadar TSP pada titik 2 telah melewati nilai baku mutu yang ditetapkan (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021). Hasil observasi diketahui bahwa partikel debu TSP berasal dari pertambangan kapur yang begitu dekat, aktivitas kendaraan pengangkut hasil olahan batu kapur yang selalu melewati lingkungan sekitar pemukiman. Berdasarkan wawancara diketahui bahwa rata-rata sebagian responden mengalami gejala batuk bersin yaitu 59 orang (53.6%) dan merasakan nyeri dada atau dada terasa sesak sebanyak 42 orang (38.2%). Kemudian hasil wawancara berdasarkan diagnosa gangguan pernapasan terdapat sebanyak 42 orang (38.2%) yang mengatakan adanya diagnosa terhadap penyakit gangguan pernapasan seperti asma.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi TSP

Lokasi Pengukuran	TSP (mg/m <sup>3</sup> )	Baku Mutu TSP (mg/m <sup>3</sup> )	Suhu (°C)	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin
Lokasi 1	0.144	0.230	33.35	0.055	Selatan
Lokasi 2	0.3975	0.230	34.25	0.06	Selatan
Lokasi 3	0.142	0.230	31.9	0.06	Selatan
Lokasi 4	0.119	0.230	33.1	0.07	Selatan

Analisis dosis-respons yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk paparan inhalasi nonkarsinogenik yang dinyatakan dengan reference concentration (RfC) sedangkan analisis pajanan pada penelitian ini merupakan tahap untuk menilai pajanan dari asupan agen risiko dengan menghitung persamaan Intake nonkarsinogenik jalur pajanan melalui inhalasi berdasarkan pola aktivitas masyarakat, laju inhalasi, dan perhitungan asupan TSP. Pola aktivitas masyarakat dilihat dari durasi pajanan (lama tinggal), frekuensi pajanan, dan lama pajanan tiap hari (Tabel 3).

Tabel 3. Pola Aktivitas Masyarakat dan Antropometri

Pola Aktivitas Masyarakat	n	Mean	Median	Modus	Min
Lama Paparan (jam/hari)	110	19.45	18.00	24	11
Frekuensi Paparan (hari/tahun)	110	364.34	365.00	365	350
Durasi Paparan (tahun)	110	27.55	25.00	22	8
Antropometri	110	58.15	55.00	38	96

Tabel 3 menunjukkan bahwa secara umum rata-rata lama paparan debu pada masyarakat adalah 19,45 jam/hari, dan paling rendah adalah 11 jam/hari. Rata-rata frekuensi paparan adalah 364 hari dan paling rendah adalah 350 hari. Rata-rata total durasi paparan adalah 27,55 tahun dan paling rendah adalah 8 tahun. Nilai rata-rata ini dimasukkan ke dalam rumus asupan sehingga diperoleh nilai asupan TSP dan tingkat risiko (RQ). Nilai laju inhalasi (R) digunakan sebagai nilai default untuk Faktor Paparan US-EPA untuk inhalasi orang dewasa 0.83 m<sup>3</sup>/jam dengan berat badan rata-rata 58,15 kg.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Analisis Pemajanan (*Intake*) TSP

Lokasi	Realtime	Lifetime
Lokasi 1	0.038	0.040
Lokasi 2	0.103	0.123
Lokasi 3	0.040	0.039
Lokasi 4	0.026	0.033

Berdasarkan tabel 4, perhitungan nilai intake TSP dilakukan secara realtime dan untuk 30 tahun ke depan (lifetime). Hasil analisis menunjukkan asupan TSP paparan realtime terendah (0.026880 m/kg/hari) pada lokasi 4, dan tertinggi (0.103307 m/kg/hari) pada lokasi 2. Sedangkan asupan TSP lifetime terendah (0.033300 m/kg/hari) pada lokasi 4 dan tertinggi (0.123200 m/kg/hari) pada lokasi 2.

Tingkat risiko pada penelitian ini hanya untuk efek non-karsinogenik yang dinyatakan dengan Notasi Risk Quotien (RQ) dengan membagi nilai asupan TSP dengan RfC yang diperoleh dari IRIS. Hasil perhitungan nilai RQ TSP dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai RQ TSP

Lokasi	RQ Realtime	RQ Lifetime
Lokasi 1	0.016	0.016
Lokasi 2	0.042	0.050
Lokasi 3	0.016	0.016
Lokasi 4	0.011	0.013

Hasil analisis risiko secara real time, didapatkan nilai RQ terendah (0.011) pada lokasi 4 dan tertinggi (0.042) pada lokasi 2. Sedangkan RQ lifetime terendah (0.013) pada lokasi 4 dan tertinggi (0.050) pada lokasi 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat risiko baik realtime

dan lifetime masih termasuk dalam kategori aman.

## **Pembahasan**

Salah satu faktor risiko yang dapat meningkatkan kejadian infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) adalah umur. Dengan bertambahnya umur maka daya tahan tubuh akan menurun dan membuat semakin banyak alveoli paru yang rusak, serta menurunnya fungsi system pernafasan saat usia mencapai lebih dari 30 tahun (Fuadi, Setiani, & Darundiati, 2021). Rata-rata umur responden yaitu 31.81 tahun dan umur yang paling tua yaitu 60 tahun. Seiring bertambahnya umur tiap responden juga menjadi salah satu faktor risiko terpajan gangguan kesehatan karena berhubungan dengan akumulasi pajanan seumur hidup. Kemudian berat badan rata-rata seluruh responden adalah 58.15 kg dengan berat badan tertinggi adalah 96 kg.

Dalam metode ARKL, berat badan termasuk dalam perhitungan intake karena adanya keterkaitan antara laju asupan berdasarkan waktu pajanan, frekuensi pajanan serta durasi pajanan sehingga dapat menentukan besar kecilnya terpajan agen risiko TSP. Dan jika semakin kecil berat badan individu maka akan semakin besar intake yang diterima oleh tubuh, begitupun sebaliknya, semakin besar berat badan individu maka akan semakin kecil nilai intake yang diterima oleh tubuh. Selanjutnya, Pendidikan terakhir seluruh responden yang paling banyak adalah lulusan SMA yaitu 56 orang (50.9%), dan berdasarkan jenis pekerjaan responden yang paling banyak adalah bekerja sebagai ibu rumah tangga yaitu sebanyak 39 orang (35.5%). Dalam hasil penelitian ini paling dominan dengan jenis kelamin perempuan dan bekerja sebagai ibu rumah tangga karena bekerja sebagai ibu rumah tangga rata-rata aktivitas lebih dominan di dalam rumah. Sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi lamanya terjadi paparan agen risiko dan dapat menentukan tinggi rendahnya tingkat risiko saat aktivitas di dalam rumah.

Identifikasi bahaya merupakan tahapan awal dalam proses analisis risiko kesehatan lingkungan (Nurfadillah & Maksum, 2021). Agen risiko yang akan dianalisis yaitu konsentrasi TSP pada media lingkungan udara ambien di sekitar tambang kapur Kelurahan Buliide. Berdasarkan pengukuran konsentrasi TSP di Kelurahan Buliide menunjukkan hasil dengan rata-rata keempat lokasi untuk konsentrasi TSP masih dinyatakan memenuhi syarat baku mutu atau belum melewati nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yaitu 0.230 mg/m<sup>3</sup>. Namun jika dilihat berdasarkan lokasi debu TSP, pada lokasi 1 dan lokasi 2 terdapat hasil pengukuran yang sudah melewati nilai baku mutu debu TSP pada lokasi 1 dihasilkan 0.1445 mg/m<sup>3</sup> dan lokasi 2 yaitu 0.3975 mg/m<sup>3</sup>. Tinggi rendahnya konsentrasi ini juga di pengaruhi oleh beberapa hal seperti radius tempat tinggal penduduk dengan pusat pertambangan kapur yang begitu dekat, aktivitas kendaraan pengangkut hasil olahan batu kapur yang selalu melewati lingkungan sekitar pemukiman, faktor kepadatan pepohonan di lingkungan sekitar pemukiman/pertambangan dan kondisi cuaca saat pengambilan sampel seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin.

Konsentrasi TSP tertinggi berada pada lokasi 2 yaitu 0.3975 mg/m<sup>3</sup>, hal ini dikarenakan lokasi 2 merupakan lokasi yang paling dekat dengan lokasi pertambangan kapur yang selalu aktif untuk mengolah batu kapur kemudian ditambah dengan banyaknya kendaraan berat yang lewat

di depan bangunan maupun pada sekitar pemukiman karena pengangkutan hasil olahan batu kapur sehingga menjadi salah satu sumber polusi di udara luar ruangan atau udara ambien serta dipengaruhi juga oleh faktor cuaca seperti suhu dan kecepatan angin. Sementara itu kondisi lingkungan yang panas dapat membuat keadaan udara menjadi kering dengan suhu udara cenderung tinggi, polutan udara saat itu juga cenderung naik karena saat musim kemarau tidak terjadi pengenceran polutan di udara. Dan apabila kecepatan angin rendah maka konsentrasi polutan akan meningkat dan membuat debu mengendap pada permukaan tanah dan udara (Andi Dyan Rezki Devi Chaeruddin, Hasriwiani Habo Abbas, & Abd. Gafur, 2021).

Paparan debu pada dosis rendah berdampak pada risiko kesehatan, karena secara signifikan berkaitan dengan gejala pernafasan (Saleiro, Rocha, Bento, Antunes, & da Costa, 2019). Sebagian besar responden penelitian mengalami gejala batuk bersin, nyeri dada atau dada terasa sesak dan asma. Penelitian Ryan dkk menunjukkan bahwa adanya hubungan debu jalan yang mengandung erionite dengan peradangan pernafasan (Ryan et al., 2011). Sementara beberapa studi menunjukkan bahwa partikel debu memiliki efek buruk pada peradangan saluran pernapasan, seperti serangan asma, namun sebagian besar studi tidak mengukur efek langsung dari debu pada penyakit kronis lainnya pada saluran pernapasan (Khan & Strand, 2018). Beberapa penelitian menunjukkan konsentrasi debu yang terhirup dapat menyebabkan fungsi paru menurun. Hasil penelitian pada pekerja di Taiwan menunjukkan bahwa prevalensi gangguan fungsi paru lebih banyak terjadi pada pekerja tekstil katun yang terpapar dengan debu yang lebih tinggi (Oo et al., 2021).

Tahapan kedua dalam analisis risiko kesehatan lingkungan yaitu proses penilaian toksisitas agen untuk tiap bentuk spesies kimianya yang dinyatakan sebagai dosis referensi atau reference dose (RfD) dan konsentrasi referensi atau reference concentration (RfC) untuk efek nonkarsinogenik dan Cancer Slope factor (CSF) untuk efek karsinogenik (Mukono, 2006). RfC diperlukan untuk menentukan nilai kuantitatif toksisitas agen risiko tertentu yang dapat menyebabkan efek kesehatan yang merugikan pada populasi berisiko (Guspianto, Thursina, & Putri, 2021). Analisis dosis respon yang digunakan yaitu konsentrasi referensi (RfC) dari agen risiko TSP sudah ditetapkan oleh Integrated Risk Information System (IRIS) dari United State yaitu 2.42 mg/kg/hari (Nurfadillah & Petasule, 2022). dengan efek kritis berupa gangguan saluran pernapasan diambil dari referensi EPA/NAAQS 1990 (Andi Dyan Rezki Devi Chaeruddin et al., 2021).

Pajanan TSP yang ada dalam udara ambien dapat melalui kulit, inhalasi, dan pencernaan (Gusti & Yurnal, 2019). Analisis pajanan merupakan penilaian agen risiko untuk melihat jumlah asupan atau intake yang diterima oleh populasi berisiko (Siswati & Diyanah, 2022). Analisis pajanan dilakukan dengan menghitung asupan agen risiko yang masuk melalui inhalasi. Intake dinyatakan sebagai jumlah pajanan yang diterima oleh individu per kilogram berat badan per hari. Intake pajanan dihitung secara realtime dan lifetime. Pajanan realtime yaitu berarti lama responden tinggal di wilayah tersebut hingga saat survey dilakukan. Pajanan lifetime yang digunakan adalah durasi pajanan standart (Dt) 30 tahun yaitu nilai standart waktu yang diperkirakan efek non karsinogenik termanifestasi pada manusia (Maksum & Nurfadillah, 2022).

Hasil perhitungan nilai intake realtime tertinggi berada pada lokasi 2 yaitu nilai minimum 0.026 /kg/hari dan nilai maksimum 0.103 mg/kg/hari. Dan nilai intake lifetime tertinggi juga berada pada lokasi 2 yaitu minimum 0.123 mg/kg/hari dan maksimum 0.033 mg/kg/hari. Besarnya nilai intake saling berhubungan dengan nilai konsentrasi agen risiko, lama pajanan, frekuensi pajanan, dan laju inhalasi yakni semakin besar nilai tersebut maka semakin besar juga asupan tiap individu (Djafri, 2014). Jadi faktor yang dapat mempengaruhi perbandingan nilai intake realtime dan intake lifetime juga dikarenakan oleh berat badan individu serta besar kecilnya intake yang diperoleh.

Langkah terakhir dalam studi ARKL adalah mengetahui tingkat risiko pada masyarakat di Kelurahan Buliide dengan 4 lokasi pengambilan sampel. Karakteristik risiko dapat ditentukan dengan cara membandingkan nilai intake dan nilai dosis reference (RfC). (Septian Maksum et al., 2022). Apabila nilai  $RQ > 1$  maka dinyatakan bahwa adanya risiko yang harus di hindari agar kesehatan pada masyarakat sekitar tetap terjaga dengan baik (Ihsan, Yani, Hidayat, & Permatasari, 2021).

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat maka pada konsentrasi TSP dengan variabel RQ realtime dan RQ lifetime di keempat lokasi didapatkan tingkat risiko (RQ) yaitu  $\leq 1$  maka pajanan konsentrasi TSP pada setiap individu tidak menunjukkan adanya risiko kesehatan. Nilai RQ realtime tertinggi berada pada lokasi 2 dengan rata-rata RQ 0.042. Perbandingan nilai RQ berdasarkan wilayah adalah lokasi 2 > lokasi 1 > lokasi 3 > lokasi 4, dengan nilai berkisar 0.011 sampai dengan 0.042.

Nilai RQ lifetime berskisar antara 0.013 sampai dengan 0.050. Perbandingan nilai RQ lifetime sama seperti RQ realtime yaitu lokasi 2 > lokasi 1 > lokasi 3 > lokasi 4. Tinggi rendahnya nilai RQ dapat dipengaruhi oleh faktor berat badan responden dan konsentrasi agen risiko (Ihsan et al., 2021). Karena semakin besar berat badan individu maka semakin kecil dosis internal yang diterima. Selain itu faktor individu lain yang sangat besarnya suatu agen risiko yang diterima individu adalah pola pajanan dan usia (Rahman & Jartot, 2015).

## **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan tentang analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan TSP pada masyarakat sekitar pertambangan kapur Buliide maka beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu : hasil pengukuran konsentrasi TSP masih dikategorikan aman atau dibawah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Hasil perhitungan *Intake Realtime* pada konsentrasi TSP diperoleh nilai *Intake Realtime* dan *intake lifetime* tertinggi berada pada lokasi 2. Berdasarkan tingkat risiko (RQ) Pada konsentrasi TSP *realtime* dan *lifetime* didapatkan  $RQ \leq 1$  artinya tidak ada risiko atau masih aman bagi masyarakat yang tinggal di daerah pertambangan kapur Buliide. Diharapkan agar pemerintah mulai melakukan kebijakan dalam pemantauan konsentrasi kadar debu di sekitar pertambangan kapur, mengingat daerah tersebut yang sangat dekat dengan pemukiman.

## **Referensi**

Al Idrus, S. W. (2013). Pencemaran Udara Akibat Pengolahan Batu Kapur Di Dusun Open Desa

- Mangkung Praya Barat. *Jurnal Pijar MIPA*, VIII(2), 85–90.
- Andi Dyan Rezki Devi Chaeruddin, Hasriwiani Habo Abbas, & Abd. Gafur. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Kayu pada Pekerja Mebel Informal di Kelurahan Antang Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 1(6), 743–756. <https://doi.org/10.33096/woph.v1i6.289>
- Djafri, D. (2014). Prinsip Dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 8(2), 100. <https://doi.org/10.24893/jkma.8.2.100-104.2014>
- Fathmaulida, A. (2013). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengolahan Batu Kapur Di Desa Tamansari Kabupaten Karawang*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fuadi, M. F., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. (2021). Paparan Partikulat Debu Kapur dan Faktor Risiko Pekerja dengan Kejadian ISPA: Sebuah Literature Review. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(1), 8–15. <https://doi.org/10.47718/jkl.v11i1.1338>
- Guspianto, G., Thursina, I. T., & Putri, F. E. (2021). Environmental Health Risk Analysis of Dust Exposure on Employees in PT. Cassia Co-op Indonesia in Jambi. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 17(4), 134–143. <https://doi.org/10.30597/mkmi.v17i4.14858>
- Gusti, A., & Yurnal, R. A. (2019). Health risk assessment of total suspended particulate exposure to employee of PT Semen Padang, Indonesia. *Iranian Journal of Public Health*, 48(8), 1535–1536.
- Hamzah, S. (2013). *Pengaruh Paparan Debu Dan Masa Kerja Terhadap Kapasitas Paru Pekerja Tambang Kapur Tradisional Di Kelurahan Buliide, Kecamatan Kota Barat*. Universitas Negeri Gorontalo.
- Ihsan, I. M., Yani, M., Hidayat, R., & Permatasari, T. (2021). Fluktuasi Cemaran Udara Partikulat dan Tingkat Risikonya terhadap Kesehatan Masyarakat Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 038–047. <https://doi.org/10.29122/jtl.v22i1.4439>
- Khan, R. K., & Strand, M. A. (2018). Road dust and its effect on human health: a literature review. *Epidemiology and Health*, 40, e2018013. <https://doi.org/10.4178/epih.e2018013>
- Maksum, T., & Nurfadillah, A. (2022). *Analisis Risiko Bahan Kimia melalui Pendekatan ARKL*.
- Mukono. (2006). *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nurfadillah, A. R., & Maksum, T. S. (2021). Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Merkuri Pada Ikan Kakap Merah Terhadap Gangguan Fungsi Kognitif. *Jambura Journal*, 3(2), 181–194.
- Nurfadillah, A. R., & Petasule, S. (2022). Environmental Health Risk Analysis (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO and TSP) In The Bone Bolango Area Road Segme. *Journal Health & Science : Gorontalo Journal Health and Science Community*, 6(2), 76–89. <https://doi.org/10.35971/gojhes.v5i3.13544>
- Oktaviani, E. (2018). *Paparan Particulate Matter (PM10) Dan Total Suspended Particulate (TSP) Di Trotoar Beberapa Jalan Kota Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Oo, T. W., Thandar, M., Htun, Y. M., Soe, P. P., Lwin, T. Z., Tun, K. M., & Han, Z. M. (2021). Assessment of respiratory dust exposure and lung functions among workers in textile mill (Thamine), Myanmar: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10712-0>
- Purnamasari, S. (2018). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Air Tanah dan Udara Kawasan Gunung Kapur Puger Kabupaten Jember*. 54–81.
- Rahman, A., & Jartot, A. N. S. C. R. A. S. (2015). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pertambangan Kapur di Sukabumi, Cirebon, Tegal, Jepara dan Tulungagung*.

- Ryan, P. H., Dihle, M., Griffin, S., Partridge, C., Hilbert, T. J., Taylor, R., Lockey, J. E. (2011). Erionite in road gravel associated with interstitial and pleural changes--an occupational hazard in western United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 53(8), 892–898. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e318223d44c>
- Saleiro, S., Rocha, L., Bento, J., Antunes, L., & da Costa, J. T. (2019). Occupational exposure to dust: An underestimated health risk? *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 45(4), 4–5. <https://doi.org/10.1590/1806-3713/e20170396>
- Septian Maksum, T., Flora Ninta Tarigan, S., Kesehatan Lingkungan, B., Kesehatan Masyarakat, J., Negeri Gorontalo, U., & Administrasi dan Kebijakan Kesehatan, B. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Partikel Debu (Pm 2.5 ) Dari Aktivitas Transportasi Health Risk Analysis Due To Exposure of Dust Particles (Pm 2.5 ) From Transportation Activities 1\*. *Jambura Health and Sport Journal*, 4(1), 19–28.
- Siswati, & Diyanah, K. C. (2022). Analisis Risiko Paparan Debu (Total Suspended Particulate) Di Unit Packer PT. X. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 100–110.
- Sundari, H. (2020). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Total Suspended Particulate (TSP) Pada Pekerja di Instalasi Laundry RSUP DR. Mohammad Hoesin Palembang*. Universitas Palembang.