

Analisis Risiko Paparan Gas H₂S Terhadap Pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang

Rahmi Hidayanti^{1*}, Erick Zicof², Awalia Gusti¹, Aidil Onasis³, Erdi Nur³

¹ Program Studi D3 Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Padang, Indonesia

² Jurusan Promosi Kesehatan, Poltekkes Kemenkes Padang, Indonesia

³ Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Padang, Indonesia

*Corresponding author : rahmi_hidayanti@yahoo.com

Info Artikel: Diterima 3 November 2022 ; Direvisi 26 Juni 2023 ; Disetujui 1 Agustus 2023

Tersedia online : 26 September 2023 ; Diterbitkan secara teratur : Februari 2024

Cara sitasi: Hidayanti R, Zicof E, Gusti A, Onasis A, Nur E. Analisis Risiko Paparan Gas H₂S Terhadap Pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2024 Feb;23(1):25-33. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.1.25-33>.

ABSTRAK

Latar belakang: Gas hidrogen sulfida (H₂S), yang mudah terbakar dan berbau, akan dibusukan anaerob oleh mikroorganisme dalam sampah. Jumlah timbulan sampah per hari lebih dari 500 ton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi potensi bahaya yang ditimbulkan oleh paparan gas hidrogen sulfida kepada pemulung di TPA Air Dingin.

Metode: Jenis penelitian ini ialah naratif menggunakan metode kuantitatif pendekatan Analisis Risiko Lingkungan (ARKL). Pengukuran konsentrasi H₂S pada ketika pagi dan sore hari sebanyak 3 titik. Data pada analisis secara univariat serta analisis risiko.

Hasil: Konsentrasi gas H₂S pagi hari tertinggi sebanyak 0,006 ppm, konsentrasi gas H₂S sore hari tertinggi 0,00 ppm serta homogen-homogen konsentrasi gas H₂S 0,005 ppm. Nilai RQ realtime 0,93, sedangkan nilai RQ lifetime 1,98, pada atas 1.

Simpulan: Kandungan gas H₂S pada TPA Air Dingin mempunyai risiko gangguan kesehatan terhadap pemulung, sebagai akibatnya perlu dilakukan manajemen risiko, pemantauan dan pengukuran gas H₂S dan penggunaan indera pelindung diri buat mengurangi pajanan gas H₂S.

Kata kunci: Hydrogen Sulfida; Pemulung; Risiko Kesehatan; TPA

ABSTRACT

Title: Risk analysis Hydrogen Sulfide (H₂S) exposure to Scavenger in The Air Dingin Landfill Padang City

Background: A gas called hydrogen sulfide (H₂S), which is flammable and pungent, is created when trash is cardio-decomposed. One of the landfills, Air Dingin, produces H₂S fuel. 500 tons of garbage are produced per day on average. This analysis aims to look into the possibility of scavengers at the Air Dingin dump being exposed to hydrogen sulfide fuel.

Method: This study used the quantitative environmental risk analysis (ARKL) approach and was a descriptive research project. 58 scavengers were used as the sample in this investigation using a straightforward random sampling method. H₂S concentration was measured at three intervals in the morning and afternoon. Univariate and risk analyses were used to analyze the data.

Result: The highest concentration of H₂S gas in the morning was 0,00 ppm, the highest concentration H₂S gas in the afternoon was 0,006 ppm and average concentration of H₂S gas was 0,005 ppm. The realtime RQ value is 0,93, while the lifetime RQ value is 1,98, above 1.

Conclusion: The H₂S gas content in the Air Dingin Landfill has risk of health problems for scavengers, so it necessary to carry out risk management, monitoring and measuring H₂S gas and using personal protective equipment to minimize H₂S gas exposure

Keywords: Hydrogen sulfide; Scavengers; Health Risk; Landfill

PENDAHULUAN

Sampah ada di hampir setiap negara, terutama di kota-kota besar. Kota-kota di seluruh dunia menghasilkan 1,3 miliar ton sampah setiap tahun, dan diperkirakan akan meningkat menjadi 2,2 miliar ton pada tahun 2025 (1) karena jumlah penduduk yang meningkat dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Jumlah timbulan sampah di Indonesia mencapai 65.200.000 ton per tahun pada tahun 2016, dengan jumlah penduduk yang terus bertambah. Pada tahun 2017, Surabaya menghasilkan 9.896,78 m³ sampah per hari, Jakarta 7.164,53 m³, dan Denpasar 3.657,20 m³. Di luar Pulau Jawa, Makasar menghasilkan 6.485,65 m³ sampah per hari, Denpasar 3.657,20 m³, Manado 2.064,00 m³, dan Medan 1.892,00 m³.

Tempat Pemrosesan Akhir, juga disebut TPA menurut UU RI angka 18 Tahun 2008, adalah tempat di mana sampah diproses dan dikembalikan ke lingkungan dengan cara yang aman bagi manusia dan lingkungan (4). Pemrosesan akhir sampah di TPA terutama melibatkan pengurangan, atau pengurangan, dan sebagian besar menggunakan dumping terbuka. TPA dapat menyebabkan masalah kesehatan lingkungan (lima).

Gas beracun seperti metan (CH₄), sulfur dioksida (SO₂), ammonia (NH₃), dan hydrogen sulfide (H₂S) adalah contoh gas beracun yang dihasilkan dari tumpukan sampah organik yang terurai. Gas-gas ini dapat menyebabkan penyakit terkait saluran pernafasan, sistem kardiovaskuler, fungsi paru-paru, dan tekanan darah tinggi di lingkungan sekitar TPA..

Gas hidrogen sulfida (H₂S) adalah gas tak berwarna yang hampir dapat terbakar dan memiliki bau telur busuk. Orang biasanya terpapar asam sulfida dari udara, yang juga dikenal sebagai gas rawa. Orang biasanya dapat mencium bau hidrogen sulfida di konsentrasi udara rendah antara 0,0005 ppm dan 0,3 ppm. Jika konsentrasi udara meningkat hingga 500 ppm, mereka tidak lagi dapat mencium baunya, tetapi ini dapat berdampak negatif pada kesehatan karena hydrogen sulfide dapat menghentikan enzim cytochrome oxidase yang menghasilkan oksigen sel. Iritasi mata, iritasi hidung, iritasi tenggorokan, kesulitan bernafas bagi penderita asma, dan sakit kepala adalah beberapa dampak kesehatan (6).

Gas H₂S dapat masuk ke tubuh melalui 3 jalur, inhalasi pada system pernafasan, kontak pribadi dengan kulit serta ingesti di system gastrointestinal. Inhalasi gas H₂S ialah cara yang paling sering terjadi.

pada jumlah yg kecil, tubuh akan memetabolisme gas H₂S menjadi thiosulfate dan kemudian pada eksresikan beserta urin. tetapi dalam kondisi banyak, akumulasi H₂S akan mengakibatkan toksisitas di tubuh (7)

Karena populasi sebesar 1 juta orang dan indeks rata-rata per orang untuk 0, 5 kg sampah per hari, Kota 500 ton sampah diproduksi setiap hari di Padang (8). TPA Air Dingin, yang terletak di kelurahan Air Dingin dan memiliki luas 33 hektar, adalah satu-satunya TPA di Kota Padang. Mulai beroperasi dengan sistem pembuangan bebas pada tahun 1989, tetapi pada tahun 1993, mereka beralih ke sistem pembuangan saniter. Sampai saat ini, 50% lahan yang sudah digunakan masih dibuang secara bebas oleh TPA. Porto operasional yang besar merupakan salah satu alasan mengapa Pemerintah Daerah Kota Padang tidak dapat menjalankan sistem landfill saniter (9). Sebagian besar pekerja TPA Air Dingin bekerja sebagai pemulung atau pekerja tetap di lebih dari 133 TPA.

Karena kekurangan dana, bahkan pemulung harus tinggal di TPA. Mereka harus tinggal di lingkungan yang sangat rentan terhadap berbagai masalah kesehatan. Mereka menghadapi paparan udara yang tercemar H₂S secara terus menerus, yang dapat mengganggu sistem pernafasan mereka. Menurut penelitian eksplanatory metode cross-sectional Hartini (2014) di TPA Jatibarang, gangguan kesehatan yang dialami pemulung termasuk nyeri dada (16,7%), mata perih (13,3%), tenggorokan kering (10%), ketua pusing (6,7%), batuk (6,7%), dan sesak nafas (3,3%).

Menurut penelitian Ayathollah (2021) di TPA Puuwatu Kota Kendari, konsentrasi H₂S yang dilepaskan dari pengelolaan sampah dapat berdampak negatif pada kesehatan, dengan nilai RQ \geq 1. Menurut penelitian Rifa'i (2016), 12,3% pemulung di TPA Jatibarang mengalami sakit di saluran pernafasan, iritasi, pusing, dan sakit kepala (11).

Tiga penyakit yang terkait dengan sampah adalah inspeksi saluran pernafasan akut (ISPA) dengan 2898 kasus, diare (1761 kasus), dan penyakit kulit (220 kasus), yang merupakan salah satu dari sepuluh penyakit terbesar, menurut data dari Puskesmas Air Dingin Kota Padang. Data karakteristik pasien menunjukkan bahwa sebagian besar orang dengan penyakit kulit bekerja sebagai pemulung (12). Karena ada keluhan bahwa pekerjaan pemulung di Tempat Pembuangan Akhir Air Dingin Kota Padang

menyebabkan gangguan kesehatan, penelitian analisis risiko paparan H2S dan keluhan kesehatan diperlukan.

MATERI DAN METODE

Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, yang bersifat naratif, digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan tingkat risiko yang diterima suatu populasi dengan memperhitungkan dampak paparan agen risiko kesehatan lingkungan. Sampel terdiri dari 58 pemulung yang bekerja di TPA Air Dingin. Konsentrasi gas H2S adalah faktor risiko utama. Data dikumpulkan melalui pengukuran gas H2S, data antropometri, dan pola aktivitas. Wawancara dilakukan melalui berita umum. Untuk memilih responden, teknik sampling acak sederhana digunakan. Mereka harus telah tinggal di lokasi tersebut selama setidaknya tiga tahun dan harus siap untuk mengisi formulir persetujuan. Petugas Tim Unit Pelaksana Teknis dari Dinas Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat mengukur gas H2S dengan indera impinger. Timbangan berat badan digunakan untuk mengumpulkan data tentang antropometri, atau berat badan. Pada data penelitian, analisis risiko dan univariat dilakukan. Uji data untuk mengevaluasi normalitasnya. Pada tanggal 23 September 2022, Fakultas Kesehatan Warga Universitas Andalas No.13/UN16.12/KEP-FKM/2022 mengesahkan uji etik penelitian. Studi ini juga didukung oleh Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Padang. Untuk menghitung risiko kesehatan, rumus berikut digunakan:

$$RQ = \frac{\text{Intake}}{RfC}$$

- RQ : Karakteristik risiko (risk quotient)/ tingkat risiko
- I : Intake/asupan dari hasil perhitungan penilaian paparan (mg/kg/hari)

RfC Concentration Referensi secara inhalasi (mg/kg/hari)

Nilai RQ menunjukkan risiko bagi kesehatan manusia akibat paparan H2S yang dihirup. Jika nilai RQ kurang dari 1, maka paparan masih aman dari risiko non-karsinogenik. Jumlah H2S non karsinogenik yang dikonsumsi dan dikonsumsi dapat dihitung dengan cara berikut:

$$I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{W_b \times t_{avg}}$$

- I : Asupan (*intake*) (mg/kg/hari)
- C : Konsentrasi agen risiko, mg/m³ untuk medium udara, mg/L untuk air minum, mg/kg untuk makanan atau pangan)
- R : Laju asupan atau konsumsi (M³/jam untuk inhalasi, L/hari untuk air minum, g/hari untuk makanan)
- tE : Waktu paparan (jam/hari)
- fE : Frekuensi paparan (hari/tahun)
- Dt : Durasi paparan (tahun; *real time* atau proyeksi, 30 tahun untuk nilai *default* residensial)
- Wb : Berat badan (kg)
- Tavg : Periode rata-rata harian (Dt x 365 hari/tahun untuk zat nonkarsinogenik,)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Gas Hidrogen Sulfida (H2S)

Menurut hasil pemeriksaan gas H2S yang dilakukan pada tiga titik pengukuran pada pagi dan sore hari oleh UPTD Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Barat, dengan nomor LHU: 787/LHU/ LK-SB/VIII/ 2022, hasilnya dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1 Menunjukkan hasil pemeriksaan tentang konsentrasi gas hidrogen sulfida (H2S) di TPA Air Dingin.

Waktu Pengukuran	Lokasi	Konsentrasi H2S (ppm)	Baku Mutu (ppm)*	Keterangan
Pagi (08.00-11.00)	Titik bongkar	0.003	0.02	< Baku Mutu
	Titik Istirahat	0.004	0.02	< Baku Mutu
	Titik pemilahan	0.006	0.02	< Baku Mutu
	Titik bongkar	0.006	0.02	< Baku Mutu
Sore (13.00-16.00)	Titik Istirahat	0.005	0.02	< Baku Mutu
	Titik pemilahan	0.006	0.02	< Baku Mutu
Konsentrasi H ₂ S Rata-rata		0,005		

*) Baku Mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021 (Lampiran VII)

Berdasarkan tabel 1, konsentrasi H2S masih di bawah nilai baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Lampiran VII tentang Penyelenggaraan Perl, tetapi pada pengukuran sore hari, konsentrasi H2S tertinggi berada di lokasi titik pemilahan sebesar 0.006 ppm, dan konsentrasi H2S

rata-rata adalah 0.005 ppm. Hasil pengukuran titik pengukuran untuk suhu dan kelembaban rata-rata ditunjukkan di tabel 2. Suhu tertinggi pada titik bongkar adalah 33,6oC dan suhu terendah pada titik pemilahan adalah 32,4oC, dengan kelembaban rata-rata 62,8% dan kelembaban terendah 60,5%.

Tabel 2. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban di TPA Air Dingin Kota Padang

Titik pengukuran	Rata-rata Suhu (°C)	Rata-rata Kelembaban (%)
Titik bongkar	33,6	60,5
Titik Istirahat	33,5	61,6
Titik pemilahan	32,4	62,8

Tabel 3. Distribusi Karakteristik Antropometri Pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang

Variabel	Mean	Median	Min	Max	SD	Keterangan
Usia (tahun)	43,45	43,00	17	71	12,552	Distribusi data normal
Berat Badan (Kg)	52,86	50,50	33	86	8,957	Distribusi data tidak normal

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemulung rata-rata berumur 43 tahun, dengan usia maksimal 71 tahun dan usia minimal 17 tahun. Sebagian besar responden laki-laki (55,2%) dan perempuan (44,8%) memiliki berat badan median 50,50, dengan berat badan maksimum 86 kg dan berat badan minimum 33 kg.

Pola Aktivitas Pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang

Pola kegiatan terdiri dari tiga komponen: saat pajanan (tE), frekuensi pajanan (fE), dan durasi pajanan (Dt). Saat pajanan (tE) adalah jumlah jam kerja dalam satuan jam per hari. Frekuensi pajanan (fE) adalah nilai yang dapat diperoleh dengan mengurangi hari dalam setahun (365) menggunakan jumlah hari di mana responden tidak bekerja (misalnya, libur mingguan, bulanan, atau lebaran), dan fE dalam satuan hari per tahun. Durasi pajanan

Karakteristik Antropometri pada pemulung Di TPA Air Dingin

Variabel usia dan berat badan (Wb) merupakan komponen karakteristik antropometri. Nilai berat badan diperoleh melalui pengukuran yang dilakukan dengan timbangan berat badan yang digunakan selama penelitian. Meskipun demikian, umur dihitung berdasarkan tahun lahir pemulung. Karakteristik antropometri pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang digambarkan dalam Tabel 3.

(Dt) adalah lamanya waktu kerja di lokasi TPA. Menurut distribusi data, saat dan frekuensi data terdistribusi normal, tetapi durasi data terdistribusi tak normal. Dalam kasus di mana distribusi data normal, nilai yang digunakan adalah median, sedangkan dalam kasus di mana distribusi data tidak normal, nilai yang digunakan adalah median.

pada tabel 4. homogen-homogen waktu pajanan pemulung ialah 8 jam/ hari, menggunakan pajanan maksimum 12 jam/ hari serta pajanan minimum lima jam/hari. Nilai frekuensi pajanan satu tahun adalah 304 hari/ tahun, dimana nilai maksimum frekuensi pajanan artinya 339 hari/ tahun serta nilai minimum frekuensi pajanan ialah 215 hari/ tahun. hasil pengukuran durasi pajanan/ Dt (tahun) merupakan 15 tahun dengan durasi pajanan maksimum 42 tahun serta durasi pajanan minimum merupakan 1 tahun.

Tabel 4. Distribusi Pola Aktifitas Pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang

Variabel	Mean	Median	Min	Max	SD	Distribusi Data
Waktu pajanan (jam/hari)	8,26	8,00	5	12	2,099	Normal
Frekuensi pajanan (hari/ tahun)	304,00	312,00	215	339	26,103	Normal
Durasi pajanan/ Dt (tahun)	13,98	15,00	1	42	9,467	Tidak normal

Analisis Doses Respon Hidrogen Sulfida

Analisis doses respon merupakan nilai RfC dari Hidrogen Sulfida (H₂S). Analisis doses respon untuk mengetahui jalur pajanan, perubahan gejala atau efek kesehatan dan mengetahui konsentrasi referensi (RfC). Nilai RfC yang digunakan terdaftar di EPA-IRIS adalah 0,00057 mg/m³.

Analisis Pajanan Hidrogen Sulfida

Tujuan analisis pajanan adalah untuk mengetahui berapa banyak agen risiko (H₂S) yang dikonsumsi atau diambil. Nilai konsentrasi (C), nilai pola aktifitas dan karakteristik antropometri, serta laju asupan (R), waktu pajanan (tE), frekuensi pajanan (fE), dan durasi pajanan (Dt) per berat badan (Wb) dan periode pajanan (tavg) digunakan untuk melakukan ini. Tiga titik pengukuran yang diulang pada pagi dan sore hari digunakan untuk menghitung konsentrasi homogen rata-rata H₂S. Nilai rata-ratanya

adalah 0,005 ppm, dan ini diubah menjadi 0,01 mg/m³.

Analisis masuk dan keluar dilakukan pada dua kelompok. Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan intake pajanan waktu nyata dan intake pajanan jangka panjang gas H₂S. Intake pajanan waktu nyata didasarkan pada 30 tahun, durasi pajanan sebenarnya yang diterima pemulung selama bekerja di TPA.

Tabel 5. Nilai Intake Realtime dan Intake lifetime Gas H₂S terhadap Pemulung di TPA Air Dingin

Variabel	Nilai Perhitungan (mg/kg/hari)	Keterangan
Intake realtime	$4,8 \times 10^{-4}$	
Intake lifetime	1×10^{-3}	

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui nilai asupan/ intake realtime konsentrasi gas H₂S yang masuk ke dalam tubuh responden realtime adalah $4,8 \times 10^{-4}$

mg/kg/hari dan nilai *intake*/ asupan konsentrasi gas H₂S *lifetime* adalah sebesar 1×10^{-3} mg/kg/hari.

Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko adalah prediksi risiko secara numerik melalui estimasi resiko dengan kuantitatif probabilitas, yaitu perbandingan asupan intake dengan konsentrasi acuan (RfC). Dalam penelitian IRIS tentang

pajanan gas H₂S pada pemulung, nilai RfC gas hidrogen sulfide (H₂S) pada pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang adalah 0,002 mg/kg/hari.

Nilai RQ yang diperoleh dari pengukuran asupan/intake dengan nilai RfC adalah sebagai berikut (tabel 6). Nilai RQ kurang dari 1 menunjukkan bahwa pajanan H₂S masih aman, dan pengendalian risiko perlu dilakukan.

Tabel 6. Nilai Tingkat Risiko (RQ) gas H₂S pada pemulung dengan rata-rata Berat Badan 51 kg dan fE 304 hari/ tahun

Intake/ asupan ((mg/kg/hari)		RfC (mg/kg/hari)	RQ	
realtime	lifetime		Realtime	lifetime
$5,2 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,00057	0,93	1,98

Menurut tabel 6, nilai RQ realtime sebesar 0,25 dan nilai RQ ≤ 1 menunjukkan bahwa, dengan berat badan 51 kg dan frekuensi pajanan 304 hari per tahun selama 14 tahun, pajanan gas H₂S ke dalam tubuh pemulung dari TPA Air Dingin masih aman. Menurut perhitungan RQ jangka panjang, nilai RQ sebesar 0,54 dan nilai RQ ≤ 1 menunjukkan bahwa pajanan gas H₂S ke dalam tubuh pemulung masih aman.

Gangguan Saluran Pernafasan pada Pemulung

Gangguan saluran pernafasan dikelompokkan menjadi mengalami gangguan dan tidak mengalami gangguan. Sebagian besar responden mengalami gangguan pernafasan sebesar, 65,5%. Jenis gangguan pernafasan seperti sesak nafas disertai nyeri dada dan tidak sesak nafas, serta batuk 1 bulan terakhir. Sebagian besar responden mengalami sesak nafas disertai nyeri dada sebesar 55,2%. Sebagian besar responden mengalami batuk selama 1 bulan terakhir sebesar 50%, dapat dilihat dari hasil tabel 7 dan tabel 8 berikut.

Tabel 7. Distribusi Gangguan Pernafasan Pada Pemulung di TPA Air Dingin

Gangguan pernafasan	Jumlah	Persentase (%)
Ada gangguan pernafasan	38	65,5%
Tidak ada gangguan pernafasan	20	34,5%
Jumlah	58	100%

Tabel 8. Distribusi Jenis Gangguan Pernafasan

Jenis Gangguan pernafasan	Jumlah (n=58)	Persentase (%)
Sesak nafas		
Ya	32	55,2
Tidak	26	44,8
Batuk 1 bulan terakhir		
Ya	29	50
Tidak	29	50

Gangguan pernafasan yang dialami oleh responden seperti batuk dalam 1 bulan terakhir dialami oleh responden perempuan dan laki-laki sebesar 50%. Mereka mempunyai risiko yang sama

gangguan pernafasan karena mempunyai aktifitas dan sumber paparan yang sama.

PEMBAHASAN

Konsentrasi Gas Hidrogen Sulfida (H₂S)

Gas hidrogen sulfida (H₂S), yang tidak berwarna, mudah terbakar, dan memiliki bau telur busuk, Produk alami dari pembusukan bahan organik adalah gas hydrogen sulfide. Hasil pembusukan ini biasanya ditemukan di septik tank atau saluran pembuangan di rumah atau perumahan (13). Iritasi mata, iritasi hidung, iritasi tenggorokan, kesulitan bernafas pada penderita asma, dan sakit kepala adalah efek kesehatannya (6). Proses dekomposisi sampah padat dan air lindi adalah sumber gas hidrogen sulfida (H₂S) di TPA. Pemulung yang berada di TPA adalah populasi yang memiliki dampak langsung terhadap gas ini (14).

Pada saat dilakukan pengukuran aktifitas di TPA berjalan normal. Truk-truk pengangkut sampah membawa sampah segar dari beberapa lokasi penampungan sementara. Konsentrasi H₂S tertinggi pengukuran pagi hari di lokasi titik pemilahan sebesar 0.006 ppm. Konsentrasi H₂S pengukuran sore hari, nilai konsentrasi H₂S tertinggi pada titik bongkar dan titik pemilahan sebesar 0.006 ppm, sedangkan konsentrasi rata-rata H₂S adalah 0.005 ppm. Hasil konsentrasi H₂S masih di bawah nilai baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Lampiran VII tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebesar 0.02 ppm.

Hasil pengukuran rata-rata suhu dan kelembaban di titik pengukuran pada saat pengukuran sebagai berikut (tabel 2). Rata-rata suhu tertinggi pada titik bongkar sebesar 33,6°C dan suhu terendah pada titik pemilahan sebesar 32,4°C, sedangkan rata-rata kelembaban tertinggi sebesar 62,8% dan kelembaban terendah sebesar 60,5%.

Hasil pengukuran gas H₂S tidak melebihi standar yang ditetapkan. Sampel diambil di tiga lokasi pada pagi dan sore hari pada saat sampah masih segar dan belum terurai atau terdekomposisi, sehingga menghasilkan konsentrasi gas H₂S yang tinggi.

Faktor-faktor ini diduga menjadi penyebabnya. Hasil studi ini sejalan dengan pekerjaan Veronika (15). Selain itu, beberapa tempat sampah telah ditimbun dengan tanah oleh UPT TPA Air Dingin, sehingga jumlah gas H₂S semakin sedikit.

Suhu, kelembaban, kecepatan angin, arah angin, dan cuaca adalah beberapa faktor fisik lingkungan yang dapat memengaruhi konsentrasi H₂S (16). Suhu tinggi dapat menyebabkan udara pada permukaan bumi memiliki densitas lebih rendah daripada udara di atasnya. Akibatnya, aliran konveksi membawa berbagai jenis polutan ke atas, menyebabkan penurunan konsentrasi polutan. Selain itu, kecepatan angin yang lebih rendah juga dapat mempengaruhi penyebaran gas H₂S, karena gas H₂S tidak menyebar karena kecepatan angin yang lebih rendah (17); (18). Namun, kadar H₂S di bawah NAB mungkin masih berdampak pada orang yang terpapar (17).

Karakteristik Antropometri pada pemulung Di TPA Air Dingin Kota Padang

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata pemulung berumur 43 tahun dengan umur maksimal 71 tahun dan umur minimal 17 tahun. Sedangkan berat badan responden dengan nilai median 50,50 dan berat badan maksimum sebesar 86 kg serta berat badan minimum sebesar 33 kg. Sebagian responden berjenis kelamin laki-laki (55,2%) dan responden berjenis kelamin perempuan sebesar 44,8%.

Kebanyakan pemulung yang bekerja di TPA Air Dingin dalam usia produktif. Pekerjaan menjadi pemulung merupakan salah satu mata pencaharian utama oleh masyarakat yang tinggal di sekitar TPA. Meskipun mereka ada yang berumur dalam kelompok lansia, namun masih bekerja menjadi pemulung. Alasan karena mereka membantu menghidupi keluarga dalam pemenuhan kebutuhan hidup.

Faktor utama yang memiliki risiko tinggi terhadap gangguan fungsi paru adalah umur, terutama bagi orang yang berumur di atas empat puluh tahun. Fungsi: Fungsi tubuh sudah mulai melemah. Umur terkait dengan penuaan, dan penurunan elastisitas paru-paru berdampak pada tes fungsi paru-paru. Jika seseorang menghirup gas pencemar seperti H₂S, itu dapat menyebabkan masalah kesehatan (15);(19).

Umur juga memengaruhi daya tahan tubuh terhadap pajanan toksin atau bahan kimia (17). Hampir semua pemulung yang bekerja sebagai pemulung

Tidak ada orang yang mengenakan masker di TPA Air Dingin. apakah itu di titik istirahat, bongkar, atau pemilahan. Gas hidrogen sulfide bahkan diproduksi oleh pemulung yang merokok, meningkatkan asupan gas hidrogen sulfide ke tubuh dan meningkatkan risiko kesehatan bagi mereka yang melakukannya (20). Gas H₂S hanya dapat dihirup dari udara luar, jadi tetap berada di dekat pemulung dapat berbahaya bagi mereka. Faktor yang memengaruhi jumlah gas hidrogen sulfide yang masuk ke dalam

tubuh manusia adalah berat badan (15). Berat badan seseorang memengaruhi dosis internal yang diterima. Berat badan adalah variabel denominator dalam rumus intake. Akibatnya, nilai input berbanding terbalik dengan hasil. Nilai intake karakterisasi risiko berkorelasi positif dengan berat responden, dan sebaliknya. Bersamaan dengan berat badan, laju inhalasi akan meningkat. Selain itu, kapasitas paru-paru responden yang lebih besar memungkinkan lebih banyak udara masuk ke tubuh mereka. Akibatnya, dibandingkan dengan responden dewasa dengan gambaran H₂S (21), responden dengan berat badan di atas 58 kg memiliki risiko 1,342 kali lebih besar mengalami gangguan kesehatan.

Pola Aktifitas Pemulung, Analisis Dosis Respon dan Analisis Pajanan H₂S (Intake)

Untuk pemulung, rata-rata 8 jam per hari, tetapi dapat mencapai 12 jam atau hanya 5 jam per hari. Lama bekerja adalah jumlah jam yang dihabiskan setiap hari untuk melakukan aktivitas. Biasanya, seseorang bekerja selama 8 jam per hari. Secara keseluruhan, pemulung bekerja lebih dari empat puluh jam dalam satu minggu. Menurut Bariyadi (2016), rata-rata 8 jam per hari dihabiskan pemulung (20). Gangguan kesehatan menjadi lebih parah seiring lamanya terpapar. Ada keluhan tentang gejala gangguan pernafasan selama dua hingga enam tahun dengan paparan konsentrasi yang sama (19).

Frekuensi pajanan adalah jumlah hari yang diberikan setiap tahun. Penelitian ini menemukan bahwa frekuensi tahunan rata-rata adalah 304 hari, dengan nilai maksimum 339 hari dan nilai minimum 215 hari. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data memiliki distribusi normal, jadi nilai yang digunakan adalah rata-rata.

Nilai intake dipengaruhi oleh frekuensi pajanan, yang berbanding lurus dengan intake. Semakin tinggi nilai frekuensi pajanan, semakin besar nilai intake yang dihasilkan. Selain itu, risiko kesehatan yang diterima seseorang lebih besar jika mereka terpapar zat berbahaya di udara luar setiap tahunnya (23).

Nilai yang disebut sebagai durasi pajanan digunakan untuk menentukan berapa lama responden menghirup udara yang mengandung hidrogen sulfide. Mereka yang memiliki durasi pajanan yang lebih lama memiliki risiko kesehatan (RQ) yang lebih besar (21). Durasi pajanan/Dt (tahun) adalah lima belas tahun, dengan durasi pajanan maksimum empat puluh dua tahun dan durasi pajanan minimum satu tahun. Jika durasi pajanan lebih dari 27,5 tahun, ada risiko pajanan ammonia yang tidak aman (23).

Pemulung biasanya bekerja selama 15 tahun karena terpapar hidrogen sulfide. Ketika pemulung bekerja dan terpapar gas hidrogen sulfide lebih lama, risiko mengalami masalah saluran pernafasan meningkat. Risiko mengalami keluhan gangguan kesehatan meningkat dengan lama kerja seseorang (15).

Periode waktu rata-rata digunakan untuk efek nonkarsinogenik. Untuk orang dewasa, periode waktu rata-rata adalah 30 tahun x 365 hari per tahun, atau 10.950 hari, yang merupakan nilai default EPA (24).

nilai analisis dose response (RfC) bahan pencemar RfC menunjukkan dosis referensi untuk efek non-karsinogenik. Nilai ini dapat diperoleh dengan melihat literatur yang ada. Nilai RfC pada penelitian ini adalah $5,7 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari.

Nilai intake yang diperoleh dipengaruhi oleh konsentrasi H₂S, frekuensi, waktu, dan durasi pajanan. Karena konsentrasi H₂S masih di bawah standar, konsumsi rendah. Semakin lama pemulung bekerja, semakin buruk kesehatan mereka. Jumlah H₂S, frekuensi, waktu, dan durasi pajanan meningkat dengan berat badan (18).

Intake real-time $5,2 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari dan intake lifetime $1,1 \times 10^{-3}$ mg/kg/hari. Ini disebabkan oleh durasi pajanan. 15 tahun digunakan untuk pajanan real-time, dan 30 tahun untuk pajanan jangka panjang.

Nilai intake yang diperoleh dipengaruhi oleh konsentrasi H₂S, frekuensi, waktu, dan durasi pajanan. Nilai intake yang lebih besar ditunjukkan oleh konsentrasi yang lebih tinggi. Karena konsentrasi H₂S masih di bawah standar, jumlah yang dikonsumsi sangat rendah. Semakin lama pemulung bekerja, semakin buruk kesehatan mereka. Jumlah H₂S, frekuensi, waktu, dan durasi pajanan meningkat dengan berat badan (18).

Intake real-time $5,2 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari dan intake lifetime $1,1 \times 10^{-3}$ mg/kg/hari. Ini disebabkan oleh durasi pajanan. 15 tahun digunakan untuk pajanan real-time, dan 30 tahun untuk pajanan jangka panjang.

Karakteristik Risiko Pajanan H₂S

Untuk melakukan karakterisasi risiko, nilai dosis respon acuan (RfC), juga dikenal sebagai Risk Quotient (RQ), digunakan untuk membandingkan hasil analisis paparan (intake). Nilai RQ ditentukan oleh variabel pada persamaan asupan. Karena gas H₂S tidak memengaruhi penyakit kanker, risiko kesehatan yang digunakan dianggap sebagai risiko kesehatan non-karsinogenik (18). Akibatnya, pengaruh sistemik atau non-karsinogenik digunakan dalam analisis (18). Jika nilai RQ lebih dari satu, tingkat risiko dianggap tidak aman atau berpotensi berdampak pada kesehatan karena pajanan gas hydrogen sulfide.

Dalam penelitian ini, nilai RQ dibagi menjadi RQ realtime dan RQ jangka panjang. Nilai RQ realtime adalah 0,93, yang berarti RQ <1. Artinya, kemungkinan yang dihadapi pemulung saat ini masih aman. Hal ini disebabkan oleh tingkat H₂S yang

rendah di bawah standar mutu. Tidak menghindari gangguan kesehatan bagi seluruh populasi, meskipun di bawah standar kualitas. Nilai RQ jangka panjang diperoleh dengan membandingkan intake jangka panjang dengan nilai RfC. Menurut USEPA, karakteristik risiko kesehatan masa depan terdiri dari jangka waktu hingga tiga puluh tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemulung akan memiliki risiko non-kanker dengan nilai risiko/RQ lebih dari 1, yaitu 1,98. Selain itu, mereka memiliki pajanan H₂S terhadap pemulung yang tidak aman dan memberi pemulung risiko kesehatan non-karsinogenik yang harus dihindari. Tubuh responden telah melebihi batas takaran pajanan harian hydrogen sulfide, yang diperkirakan akan menyebabkan efek kesehatan yang merugikan.

Pada analisis risiko kesehatan lingkungan diperoleh pajanan realtime lebih dari 15 tahun telah terjadi risiko non karsinogenik pada pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang. sebagai akibatnya semakin usang pajanan dapat disimpulkan semakin akbar kemungkinan risiko kesehatan non karsinogenik terhadap pemulung.

Gangguan Saluran Pernafasan pada Pemulung

Sesak napas dan batuk adalah masalah pernafasan yang dialami sebagian besar pemulung. Setelah usia 30 tahun, sistem fisiologis mengalami penurunan kemampuan berfungsi. Selain itu, dengan bertambahnya usia, fungsi saluran pernafasan menjadi lebih baik (17). efek akut dari menghirup H₂S, seperti sakit kepala, mual, masalah saluran pernafasan, kelelahan, pusing, dan kehilangan nafsu makan. Menghirup H₂S berulang atau berkepanjangan juga dapat menyebabkan batuk kronis (25);(26). Meskipun kadar H₂ masih di bawah NAB, paparan tetap dapat berdampak.

Salah satu sistem yang paling rentan terhadap H₂S adalah saluran pernafasan dan sistem syaraf. Iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan serta sakit kepala dapat disebabkan oleh paparan H₂S di konsentrasi rendah; di konsentrasi sedang, gangguan pencernaan seperti mual dan muntah; dan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kejang, kesulitan bernafas, pingsan, dan kematian.

Manajemen Risiko

Untuk mengurangi risiko gambaran H₂S, tindakan tambahan disebut manajemen risiko. Ini dilakukan dengan menggunakan seni manajemen risiko dan metode manajemen risiko. Ini dilakukan jika nilai karakterisasi risiko membagi nilai risiko. Menurut prinsip yang berasal dari Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, jika $RQ > 1$, pengelolaan risiko terhadap lingkungan permukiman dapat dilakukan melalui jalur pajanan inhalasi dengan penurunan konsentrasi (Caman) ke batas aman dan restriksi durasi pajanan (Dt) ke batas aman (21).

Berdasarkan akibat perhitungan, nilai konsentrasi safety $0,00504$ mg/m³, waktu pajan aman

pada pemulung adalah 4,16 jam/ hari menggunakan frekuensi pajanan 153,25 hari/ tahun dan durasi pajanan 15,12 tahun. Metode teknologi dapat digunakan untuk mengelola risiko, seperti meningkatkan jumlah pohon penyerap polutan seperti pohon kenanga dan jenis tumbuhan penghalang yang berdaun poly, mungil, lebat, dan bercabang. Ini juga akan mengurangi konsentrasi H₂S dengan menimbun sampah dengan tanah atau landfill sanitasi. Selain itu, perlu ada tindakan yang diambil oleh lembaga lingkungan hidup untuk memantau kualitas udara secara bersiklus terkait H₂S, setidaknya enam bulan sekali, untuk memantau keadaan lingkungan masyarakat. Dalam pendekatan sosial ekonomi, pemulung disosialisasikan tentang efek gas H₂S. Ini dilakukan dengan memberikan pemahaman tentang risiko kesehatan yang mungkin dialami pemulung baik pada konsentrasi rendah maupun tinggi, serta pada paparan akut atau kronis. Pemulung juga disosialisasikan dengan mengenakan indera pelindung yang mirip dengan masker untuk mengurangi terhirupnya gas H₂S.

SIMPULAN

Gas H₂S berada di bawah baku mutu 0,02 ppm dan rata-rata 0,005 ppm. Nilai RQ waktu nyata adalah 0,93, dan nilai RQ jangka panjang adalah 1,98. Gangguan saluran pernafasan terjadi pada 65,5% pemulung. Kandungan gas H₂S di TPA Air Dingin menimbulkan bahaya kesehatan bagi pemulung, jadi perlu dilakukan manajemen risiko, pengawasan, dan pengukuran gas H₂S. Selain itu, untuk mengurangi pasokan gas H₂S, perlu digunakan alat pelindung diri.

DAFTAR PUSTAKA

- Faisya AF, Putri DA, Ardillah Y. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida (H₂S) dan Ammonia (NH₃) Pada Masyarakat Wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2019;18(2):126. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.2.126-134>
- Pemerintah Indonesia. Undang-undang No 18 Tahun 2008 Pengelolaan Sampah. Jakarta: Sekretariat Negara; 2008. p. 5–26.
- Badan Pusat Statistik. Data BPS Timbulan Sampah. Jakarta; 2015.
- Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. Undang-undang Republik Indonesia No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah [Internet]. 2008. p. 69–73. Available from: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf http://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation%20and%20inequalities%20sero%29.pdf <https://www.quora.com/What-is-the>
- Ferusgel A, Nasution RM, Butar-butur M. Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan Keluhan Gangguan Kulit pada Pemulung Wanita Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Terjun. *J Aisyah J Ilmu Kesehat*. 2018;3(2):145–52. <https://doi.org/10.30604/jika.v3i2.127>
- ATSDR. Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. US Dep Heal Hum Serv Public. 2016;(November):298.
- Hayatillah N, Suwandi J. Hydrogen Sulfide (H₂ S) Gas : Potential Asphyxia Threatent among Cattleman. *Agromedicine*. 2018;5(1):440–4.
- Dinas Lingkungan Hidup. DLH KOTA PADANG. Padang; 2019.
- Audina M. Prediksi Dan Analisis Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Di Kota Padang. *J Buana*. 2018;2(2):423. <https://doi.org/10.24036/student.v2i2.93>
- Wati. Kualitas Hidup Komunitas Pemulung di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin Kota Padang Di Tinjau Dari Segi Pendidikan. *J Econ Econ Educ*. 2016;4(1):124–35. <https://doi.org/10.22202/economica.2015.4.1.626>
- Rifai B, Joko T, Darundiati Y. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Pada Pemulung Akibat Timbulan Sampah Di Tpa Jatibarang Kota Semarang. *J Kesehat Masy*. 2016;4(3):692–701.
- Dinas Kesehatan Kota Padang. Profil kesehatan kota padang. Profil Kesehatan Kota Padang. Padang; 2017.
- United States Environmental Protection Agency. Toxicological Riview Of Hydrogen Sulfide (Cas No. 7783-06-4). US Environ Prot Agency [Internet]. 2003;(7783):74. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22050403>
- Hidayanti R, Afridon A, Onasis A, Nur E. Risiko Kesehatan pada Pemulung di TPA Air Dingin Kota Padang. *J Kesehat Manarang*. 2022;8(2):131. <https://doi.org/10.33490/jkm.v8i2.680>
- Simbolon VA, Nurmaini N, Hasan W. Pengaruh Pajanan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) terhadap Keluhan Saluran Pernafasan pada Pemulung di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ganet Kota Tanjungpinang Tahun 2018. *J Kesehat Lingkungan Indones*. 2019;18(1):42. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.1.42-49>
- Rufaedah AA. Hydrogen Sulfide Exposure to Public Health Risk Around Cibereum Landfill Area at Banjar City. *J Kesehat Lingkung*. 2019;11(4):309. <https://doi.org/10.20473/jkl.v11i4.2019.309-318>
- Fuadiyah Haq Z, Ma'rufi I, Trirahayu Ningrum P. Hubungan Konsentrasi Gas Amonia (NH₃) dan Hidrogen Sulfida (H₂S) dengan Gangguan Pernafasan (studi pada masyarakat sekitar TPA Pakusari Kabupaten Jember). *Multidiscip J*. 2021;4(1):30. <https://doi.org/10.19184/multijournal.v4i1.27474>
- Ayathollah, Ahmed;Alchamdani; Waldah A. Analisis kadar hidrogen sulfida dan keluhan

- pernapasan pada pemulung di tpa puuwatu kota kendari. 2021;22:1–15.
<https://doi.org/10.21009/PLPB.221.01>
19. Ivana SC, Nurmayanti D. Kadar Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) dan Keluhan Subyektif Pemulung TPA Benowo Surabaya Tahun 2016. 2017;15(1):52–8.
<https://doi.org/10.36568/kesling.v15i1.577>
 20. Rifa B, Hanani Y, Peminatan M, Lingkungan K, Undip FKM, Bagian D, et al. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Pada Pemulung Akibat Timbulan Sampah di Jatibarang Kota Semarang. 2016;4:692–701.
 21. Ambarwati S, Ardillah Y, Sriwijaya U, Kesehatan F, Prodi M, Lingkungan K, et al. Potensi Risiko Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida Bagi Masyarakat Pinggiran Sungai Tawar Palembang. *Kesehat Lingkung.* 2021;18(2):143–54.
<https://doi.org/10.31964/jkl.v18i2.337>
 22. Sianipar RH, Risiko A, Hidrogen P, Pada S, Sekitar M, Sampah T, et al. Reinhard H. Sianipar: Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida Pada Masyarakat Sekitar Tpa Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009, 2009 USU Repository © 2008. 2009;
 23. Wahyu Sekar H. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Amonia (NH₃) Pada Pemulung di TPA Jatibarang, Semarang. *J Kesehat Masyarakat*. 2016;4:12–26.
 24. Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). 2012.
 25. ASTDR. Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. US Dep Heal Hum Serv Public [Internet]. 2016;(November):298. Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf>
 26. World Health Organization. Hydrogen sulfide : human health aspects. *World Heal Organ United Nations Environ Program.* 2003;53:35.



©2024. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.