

POTENSI RISIKO LINGKUNGAN PAPARAN HIDROGEN SULFIDA BAGI MASYARAKAT PINGGIRAN SUNGAI TAWAR PALEMBANG

Suci Ambarwati, Yustini Ardillah

Universitas Sriwijaya Fakultas Kesehatan Masyarakat Prodi Kesehatan Lingkungan
Jl. Palembang-Prabumulih KM. 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662
Koresponding E-mail: yustini_ardillah@fkm.unsri.ac.id*

Abstract: *Abstract: The Potential Environmental Risk of Exposure to Hydrogen Sulfide for the peoples in the edge of the Tawar River Palembang.* Settlements in the edge of the Tawar River Kelurahan 29 Ilir Palembang City is a slum. A buildup of garbage in the Tawar River openly lead to gas the results of the decomposition process such as Hydrogen Sulfide gas (H_2S) off into the air which cause the air surrounding settlements into the smell. This study aims to determine the analysis of the environmental health risk of exposure to H_2S in society the slums along the Tawar River City of Palembang. This research is descriptive research using quantitative analysis. This study uses analysis study environmental health risk with the analysis of univariate and bivariate. The sample in this study were 92 respondents with the sampling technique using purposive sampling. The measurement results show the average concentration of H_2S in the air 0.0019 mg/m³ which is still below the threshold value set the Decision of the Minister of Environment No. 50 Year 1996 on the raw level, the smell of H_2S that 0,028 mg/ m³. The results of the risk analysis showed that there were 35 respondents (38%) which has the value of $RQ>1$ for exposure realtime. As for the exposure to the lifetime of all respondents (100%) has the value of $RQ>1$, which means that it has a huge risk of not safe so it is required to perform risk management. Suggestion of this research should community increase a healthy lifestyle by eating vegetables, fruits, vitamins and honey as well as exercise to improve immunity. The public are advised to install the air purifier of the house and multiply your plants barrier properties can reduce the level of pollutants in the air and plant trees to minimize the smell that is produced by H_2S gas such as boxwood tree and American holly.

Keywords: ARKL; Hydrogen Sulfide; Watershed

Abstrak: Potensi Risiko Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida Bagi Masyarakat Pinggiran Sungai Tawar Palembang. Permukiman di pinggiran Sungai Tawar Kelurahan 29 Ilir Kota Palembang merupakan permukiman kumuh. Penumpukan sampah di Sungai Tawar secara terbuka mengakibatkan gas hasil proses dekomposisi seperti gas Hidrogen Sulfida (H_2S) lepas ke udara yang menimbulkan udara sekitar permukiman menjadi bau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis risiko kesehatan lingkungan paparan H_2S pada masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar Kota Palembang. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan analisis kuantitatif. Penelitian ini menggunakan studi analisis risiko kesehatan lingkungan dengan analisis univariat dan bivariat. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 92 responden dengan teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi rata-rata H_2S di udara sebesar 0,0019 mg/m³ yang artinya masih dibawah nilai ambang batas yang ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 50 Tahun 1996 tentang baku tingkat kebauan H_2S yaitu 0,028 mg/ m³. Hasil analisis risiko menunjukkan bahwa terdapat 35 orang responden (38%) yang memiliki nilai $RQ>1$ untuk paparan realtime. Sedangkan untuk paparan lifetime seluruh responden (100%) memiliki nilai $RQ>1$ yang artinya memiliki besar risiko tidak aman sehingga diharuskan melakukan manajemen risiko. Saran penelitian ini sebaiknya masyarakat meningkatkan pola hidup sehat dengan mengonsumsi sayuran, buah-buahan, vitamin dan madu serta olahraga yang cukup untuk meningkatkan imunitas. Masyarakat disarankan menggunakan air purifier di dalam rumah dan memperbanyak tanaman barrier yang sifatnya dapat menurunkan tingkat polutan di udara serta tanaman pohon untuk meminimalisir bau yang dihasilkan oleh gas H_2S seperti pohon kenanga dan American holly.

Kata Kunci: ARKL; HidrogenSulfida; Daerah Aliran Sungai

PENDAHULUAN

Saat ini pencemaran lingkungan banyak ditemukan di lingkungan tempat tinggal manusia. Salah satu lingkungan ekosistem yang sering terkena dampak pencemaran adalah sungai⁽¹⁾. Sungai Musi yang merupakan salah satu sungai terbesar di Indonesia memiliki panjang sekitar 720 kilometer dan saat ini memiliki 95 anak sungai. Sungai Tawar yang terletak di Kelurahan 29 Ilir merupakan salah satu anak Sungai Musi yang melintas di sekitar permukiman penduduk dan memiliki kondisi yang tercemar. Kelurahan 29 Ilir sendiri termasuk permukiman kumuh diantara 59 kelurahan lain yang telah ditetapkan melalui Surat Keputusan Walikota Palembang Nomor 448 Tahun 2014 tentang penetapan wilayah prioritas kawasan permukiman kumuh. Kebiasaan masyarakat membuang sampah sisa aktivitas rumah tangga ke sungai mengakibatkan kondisi Sungai Tawar tertutup oleh tumpukan sampah. Penumpukan sampah di dalam air dalam waktu yang lama mengakibatkan sampah dapat terdekomposisi secara anaerobik dan apabila dibiarkan akan menimbulkan bau yang tidak sedap⁽²⁾. Pembusukan sampah yang disebabkan oleh mikroorganisme anaerob akan menghasilkan gas-gas hasil dekomposisi salah satunya yaitu gas hidrogen sulfida (H_2S) yang memiliki sifat racun bagi tubuh makhluk hidup⁽³⁾. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Müezzinoğlu, Sponza⁽⁴⁾ dijelaskan bahwa proses dekomposisi yang dilakukan oleh bakteri anaerob terhadap limbah industri dan domestik yang terjadi di Teluk Izmir menghasilkan gas yang memiliki bau menyengat salah satunya adalah gas H_2S . Jarak rumah masyarakat dengan Sungai Tawar yang berjarak ≤ 10 m, menyebabkan bau tidak sedap yang ditimbulkan Sungai Tawar terkadang sampai masuk kedalam rumah

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan analisis kuantitatif. Sampel manusia pada penelitian ini sebanyak 92 responden dengan teknik pengambilan

warga. Hal tersebut sangat mengganggu kenyamanan dan dalam jangka waktu yang lama berisiko menimbulkan gangguan kesehatan bagi masyarakat. Gas H_2S dapat menyebabkan dampak yang buruk bagi kesehatan masyarakat dan apabila masyarakat menghirup gas H_2S secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan efek permanen pada gangguan pernafasan, sakit kepala dan batuk kronis⁽⁵⁾.

Berdasarkan hasil studi awal yang dilakukan peneliti terhadap 10 responden yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar menunjukkan bahwa 90% responden merasa terganggu dengan bau busuk yang ditimbulkan oleh Sungai Tawar. Selain itu, hasil studi awal juga menunjukkan bahwa masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar mengalami beberapa gangguan kesehatan yang diasumsikan sebagai akibat paparan gas H_2S diantaranya batuk-batuk (40%), sakit kepala atau pusing (30%), hidung mengalami iritasi atau gatal (10%). Berdasarkan hasil studi awal tersebut, perlu dilakukannya pengkajian lebih lanjut terkait paparan gas H_2S di udara ambien pada permukiman masyarakat di pinggiran Sungai Tawar. Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) pada masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar, Kelurahan 29 Ilir, Kota Palembang terhadap paparan gas H_2S di udara belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga belum ada studi yang menjelaskan tingkat risiko kesehatan yang diterima oleh masyarakat akibat paparan gas H_2S yang bermukim di daerah tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukannya studi ARKL dengan tujuan untuk mengetahui apakah parameter lingkungan (gas H_2S) berisiko atau tidak terhadap kesehatan masyarakat baik dalam kurun waktu saat ini maupun hingga 30 tahun yang akan datang.

menggunakan *purposive sampling*. Sampel udara yang akan diambil yaitu udara ambien di daerah permukiman penduduk di pinggiran Sungai Tawar dengan 3 titik pengukuran sesuai dengan SNI 19-7119.6-2005 bagian 6 tentang penentuan lokasi

pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dilengkapi dengan data sekunder. Data primer diperoleh peneliti dengan metode observasi, penyebaran kuisioner dilengkapi dengan wawancara serta melakukan sampling udara gas H₂S di lokasi penelitian yang selanjutnya diuji di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas 1 Palembang. Sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari Kantor Kelurahan 29 Ilir mengenai profil lokasi penelitian, jumlah masyarakat dan sebaran umur masyarakat.

Cara pengumpulan data untuk konsentrasi gas H₂S di lokasi penelitian adalah dengan melakukan pengukuran langsung menggunakan metode biru metilen dengan alat sampling berupa *impinger*. Sampling udara dilakukan pada 3 titik pengukuran yang berjarak ≤10 m dari Sungai Tawar dengan waktu pengukuran pagi, siang dan sore hari. Pengukuran dilakukan 3 kali sehari dengan rentang waktu pagi berkisar antara pukul 09.00 – 12.00 WIB, waktu siang berkisar antara pukul 13.00 – 14.59 WIB dan untuk waktu sore berkisar antara pukul 15.00 – 18.00 WIB. Pengukuran sampling udara membutuhkan waktu 1

jam untuk masing-masing titik sampling. Sedangkan untuk data responden diperoleh dengan teknik *door to door* ke rumah-rumah warga. Data responden yang meliputi umur, jenis kelamin, status pekerjaan, pola aktivitas dan keluhan kesehatan responden diperoleh melalui wawancara langsung menggunakan kuisioner. Sedangkan untuk data antropometri berupa berat badan diperoleh dengan melakukan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian menggunakan alat berupa timbangan.

Penelitian ini menggunakan studi analisis risiko kesehatan lingkungan dengan analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat dilakukan untuk menganalisis beberapa variabel yang meliputi konsentrasi gas H₂S di udara, waktu paparan, frekuensi paparan, durasi paparan, laju inhalasi dan berat badan. Analisis bivariate dilakukan untuk menganalisis hubungan antara umur responden dengan karakteristik risiko responden. Analisis risiko kesehatan lingkungan dilakukan untuk menghitung nilai *intake*/asupan responden dan nilai karakteristik risiko (RQ) responden. Adapun rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai *intake* responden akibat paparan gas H₂S melalui jalur inhalasi adalah sebagai berikut :

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan :

- I_{nk} : *intake* (mg/kg/hari)
- C : konsentrasi H₂S (mg/m³)
- R : laju inhalasi (mg/jam)
- t_E : waktu paparan harian (jam/hari)
- f_E : frekuensi paparan (hari/tahun)
- W_b : berat badan responden
- D_t : durasi pajanan (*realtime*, 30 tahun untuk *lifetime*)
- t_{avg} : periode waktu rata-rata (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik)

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai karakteristik risiko (RQ) responden akibat paparan gas H₂S adalah sebagai berikut :

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfC}$$

Keterangan :

- I_{nk} : *intake* yang telah dihitung dengan rumus sebelumnya
- RfC : nilai referensi untuk jalur inhalasi yaitu 0,00028 mg/kg/hari

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden dianalisis berdasarkan jenis kelamin, umur dan status pekerjaan responden yang bertempat tinggal di pinggiran Sungai

Karakteristik Responden

Tawar. Berikut ini hasil distribusi frekuensi karakteristik responden pada penelitian ini :

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden yang Bermukim di Pinggiran Sungai Tawar

Karakteristik	Kategori	Frekuensi	Persentase
Jenis Kelamin	Laki-laki	39	42,4 %
	Perempuan	53	57,6 %
Umur	≤31 tahun	52	56,5 %
	>31 Tahun	40	43,5 %
Status pekerjaan	Tidak Bekerja	67	72,8 %
	Bekerja	25	27,2 %

Berdasarkan hasil analisis univariat diketahui bahwa responden lebih banyak berjenis kelamin perempuan yaitu sebanyak 53 responden (57,6%) sedangkan responden yang berjenis kelamin laki-laki sebanyak 39 responden (42,4%). Hasil analisis univariat juga menunjukkan bahwa lebih banyak responden yang berstatus tidak bekerja yaitu 67 responden (72,8%) sedangkan responden yang bekerja sebanyak 25 responden (27,2%).

Umur dalam penelitian ini dikategorikan berdasarkan rata-rata umur responden yaitu 31 tahun. Umur responden dalam penelitian ini tidak dibatasi dengan tujuan untuk mengetahui besar risiko yang diterima responden pada masing-masing kategori umur. Selain itu, umur responden juga akan mempengaruhi durasi pajanan responden. Semakin tua responden, maka akan semakin lama pula durasi pajanan responden. Perhitungan *intake* diketahui berbanding lurus dengan durasi pajanan, artinya semakin besar nilai durasi pajanan responden maka akan semakin besar pula nilai *intake* yang diterima responden.

Keluhan Kesehatan Responden

Keluhan kesehatan diukur dari gejala-gejala gangguan kesehatan yang dialami responden sebagai akibat paparan gas H₂S dalam kurun waktu 3 bulan terakhir. Berdasarkan hasil analisis terhadap data yang diperoleh dari proses wawancara diketahui bahwa terdapat 5 keluhan kesehatan yang dialami responden yaitu sakit kepala/pusing (68,5%), batuk-batuk (56,5%), hidug

iritasi/gatal (39,1%), sakit tenggorokan (32,6%) dan iritasi mata (12%). Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian (Safitri dan Ardillah, 2018)⁽⁶⁾ yang menunjukkan bahwa gejala gangguan kesehatan yang paling banyak dialami oleh responden akibat paparan gas H₂S yaitu sakit kepala atau pusing yakni sebanyak 52% responden.

Keluhan kesehatan yang dialami oleh responden yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar menunjukkan gejala terpaparnya H₂S, sesuai dengan penelitian Wicita⁽⁷⁾ pengaruh gas H₂S dalam konsentrasi rendah akan mengakibatkan beberapa gejala seperti pusing, batuk-batuk, rasa nyeri pada hidung, sakit tenggorokan, hingga dapat melumpuhkan indra penciuman. Paparan H₂S dengan konsentrasi rendah dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan efek permanen seperti sakit kepala, gangguan saluran pernafasan dan batuk kronis⁽⁸⁾ **Hasil Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan**

Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan tahap awal dalam melakukan analisis risiko kesehatan lingkungan. Identifikasi bahaya dilakukan dengan melakukan pengukuran konsentrasi gas H₂S di pinggiran Sungai Tawar. Hasil pengukuran gas H₂S pada 3 titik pengukuran di permukiman kumuh sepanjang aliran Sungai Tawar dalam radius ≤10m dari Sungai Tawar dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi Gas H₂S di pinggiran Sungai Tawar

Titik	Lokasi Pengukuran	Konsentrasi H ₂ S (mg/m ³)			Konsentrasi rata-rata (mg/m ³)
		Pagi (09.00 - 12.00)	Siang (13.00 - 14.59)	Sore (15.00 - 18.00)	
1	Depan rumah penduduk di Jalan Ki Gede Ingsuro	0,0016	0,0019	0,0018	0,00176
2	Depan rumah penduduk di Jalan Sungai Tawar I	0,0019	0,0021	0,0021	0,00203
3	Depan rumah penduduk di Jalan Sei Tawar II	0,0021	0,0022	0,0022	0,00216

Berdasarkan hasil analisis univariat terhadap konsentrasi gas H₂S di pinggiran Sungai Tawar dalam radius ≤10m dari Sungai Tawar berkisar antara 0,0016 – 0,0022 mg/m³ dan memiliki rata-rata sebesar 0,0019 mg/m³. Hasil rata-rata konsentrasi gas H₂S yang diperoleh di pinggiran Sungai Tawar tersebut masih dibawah nilai ambang batas konsentrasi gas H₂S di udara ambien yaitu 0,028 mg/m³ berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 50 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebauan.

Hasil pengukuran konsentrasi gas H₂S tertinggi berada di titik 3 dengan waktu pengukuran siang dan sore hari yaitu 0,0022 mg/m³. Pada titik tersebut memang titik terparah dimana aliran sungai tersumbat oleh tumpukan sampah. Kondisi aliran sungai yang bercampur dengan sampah organik dan sampah anorganik dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan terjadinya proses dekomposisi. Proses dekomposisi yang berlangsung di perairan akan berlangsung secara aneorobik, sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap dan mengandung gas hidrogen sulfida. Hal tersebut sejalan dengan penelitian [Wahyono](#) ⁽⁹⁾ yang menyatakan bahwa proses dekomposisi yang tidak terkendali atau biasanya berlangsung secara anaerobik akan menghasilkan gas H₂S dan CH₄ yang mempunyai bau menyengat atau sering dikenal sebagai proses pembusukan. Selain itu, penyebab tingginya konsentrasi

H₂S di titik 3 pada waktu siang dan sore hari yaitu tingginya suhu udara pada waktu siang hari membantu pembentukan emisi gas di udara termasuk gas H₂S ⁽¹⁰⁾. Dengan suhu udara pada waktu siang dan sore hari akan mempercepat proses dekomposisi oleh mikroorganisme dan akan menyebabkan konsentrasi H₂S meningkat.

Sedangkan konsentrasi H₂S terendah terdapat pada titik 1 dengan waktu pengukuran pada pagi hari yaitu sebesar 0,0016 mg/m³. Pada titik 1 kondisi aliran sungai lebih lebar dan memiliki aliran sungai yang lebih lancar dibandingkan dengan titik lainnya. Selain itu, pada titik 1 tumpukan sampah lebih sedikit ditemukan, sehingga proses dekomposisi lebih sedikit terjadi dibandingkan dengan titik yang lainnya. Waktu pengukuran pagi hari menunjukkan bahwa suhu udara pada pagi hari lebih rendah dibandingkan waktu siang dan sore hari ⁽¹¹⁾. Sehingga proses dekomposisi sampah yang terjadi pada pagi hari lebih lambat dibandingkan waktu siang dan sore hari. Hal tersebut menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan konsentrasi gas H₂S di titik satu pada waktu pengukuran pagi hari menjadi konsentrasi paling rendah dibandingkan lokasi dan waktu pengukuran yang lainnya.

Analisis Dosis Respon

Tahap kedua dalam analisis risiko kesehatan lingkungan yaitu analisis dosis respon. Analisis dosis-respon digunakan untuk menetapkan nilai kuantitatif toksisitas agen risiko yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada populasi terpapar. Ukuran toksisitas untuk agen risiko dengan paparan melalui inhalasi dengan efek non karsinogenik seperti gas H₂S dinyatakan dengan RfC (*Reference Concentration*). Nilai RfC inhalasi yang ditetapkan oleh IRIS (*Integrated Risk Information System*) dari US-EPA yaitu 0,001 mg/m³ atau sama dengan 0,00028 (mg/kg/hari).

Analisis Paparan

Analisis paparan merupakan tahap ketiga dalam analisis risiko kesehatan lingkungan yang dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap nilai *intake*/asupan dari agen risiko. Nilai *intake* dipengaruhi oleh beberapa variabel diantaranya, konsentrasi gas H₂S (C), berat badan (Wb), laju inhalasi (R), waktu paparan (tE), frekuensi paparan (fE), durasi paparan (Dt) dan periode waktu rata-rata (t_{avg}) yaitu 10.950 hari. Berikut ini hasil analisis univariat dari beberapa variabel dalam analisis paparan :

Tabel 3. Distribusi Analisis Variabel Analisis Paparan

Variabel	Mean	Median	SD	Min	Max	Kolmogrof-Smirnov
Konsentrasi H ₂ S (C)	0,0019	0,002	0,0002	0,0016	0,0022	0,559
Berat Badan (Wb)	50,6	51,65	18,06	18,65	88,55	0,857
Laju Asupan (R)	0,562	0,583	0,089	0,36	0,7	0,198
Waktu paparan (tE)	21,85	24	3,558	12	24	0,00
Frekuensi paparan (fE)	360,6	365	8,297	325	365	0,00
Durasi Paparan (Dt)	20,5	16	14,76	3	68	0,054
<i>Intake Realtime</i>	0,0003	0,00024	0,00021	0,00006	0,00121	0,006
<i>Intake Lifetime</i>	0,0008	0,00078	0,00025	0,00029	0,0018	0,717

Berat badan merupakan salah satu variabel yang memiliki peran penting dan sangat

mempengaruhi *dosis actual* suatu *risk agent* yang diterima oleh individu (3). Hal tersebut disebabkan karena nilai berat badan individu mempengaruhi dosis internal yang diterima. Berat badan merupakan variabel denominator dalam perhitungan rumus *intake*, sehingga hasilnya akan berbanding terbalik dengan nilai *intake* (asupan). Semakin besar berat badan responden maka semakin kecil nilai *intake* yang akan diterima, begitupun sebaliknya. Sama halnya dengan *intake* nilai karakteristik risiko juga berbanding terbalik dengan berat badan. Berbeda dengan *intake* dan karakteristik risiko, nilai laju inhalasi akan berbanding lurus dengan berat badan. Semakin besar berat

badan responden maka nilai laju inhalasi juga akan semakin tinggi (12). Responden dengan berat badan terbesar mempunyai kapasitas volume paru – paru yang besar pula yang memungkinkan udara lebih banyak masuk kedalam tubuh, sehingga memperbesar potensi menghirup udara yang mengandung gas pencemar termasuk gas H₂S (13).

Berbanding terbalik dengan variabel berat badan nilai konsentrasi H₂S, waktu paparan (tE), frekuensi paparan (fE) dan durasi paparan (Dt) akan berbanding lurus dengan nilai *intake* dan karakteristik risiko (RQ) responden. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar nilai C, tE, fE, dan Dt maka akan

semakin besar pula nilai *intake* dan RQ responden. Sejalan dengan pernyataan tersebut pada penelitian ini responden dengan nilai *intake realtime* tertinggi yaitu 0,00121 mg/kg/hari memiliki waktu paparan maksimal yaitu 24 jam/hari, memiliki frekuensi paparan maksimal yaitu 365 hari/tahun dan memiliki durasi paparan yang lama yaitu 55 tahun. Hal ini sesuai dengan Rahman ⁽¹⁴⁾ yang menyatakan bahwa semakin lama waktu paparan seseorang semakin besar pula *intake* gas yang dihirup ke dalam tubuh seseorang dan apabila terpapar dalam waktu maksimal maka akan semakin besar pula peluang seseorang memiliki besar risiko yang tidak aman. Selain itu, penelitian Perdana ⁽¹²⁾ juga menyebutkan bahwa paparan dalam waktu maksimal akan memperbesar peluang responden memiliki besaran risiko yang tidak aman. Hal itu sejalan dengan penelitian Wardani ⁽¹⁵⁾ yang menyebutkan bahwa semakin besar frekuensi paparan responden terhadap pencemar di udara dalam satu tahun, maka semakin besar risiko yang akan diterima. Selain itu, responden yang menghirup udara yang mengandung gas H₂S selama 15 tahun memiliki peluang 4,0 kali lebih besar mengalami gangguan kesehatan dibandingkan dengan responden yang menghirup udara kurang dari 15 tahun ⁽¹⁶⁾. Berdasarkan penelitian Safitri and Ardillah ⁽⁶⁾ menyatakan bahwa responden dengan durasi paparan lebih lama memiliki besar risiko kesehatan (RQ) yang lebih tinggi.

Perhitungan *intake* dilakukan kepada 92 responden dengan proyeksi durasi paparan *realtime* (lama sebenarnya responden terpapar H₂S) dan paparan *lifetime* (30 tahun). Berdasarkan hasil analisis univariat terhadap nilai *intake* responden diperoleh hasil bahwa rata-rata nilai *intake realtime* responden yaitu 0,00024 mg/kg/hari. Sedangkan nilai rata-rata untuk *intake lifetime* responden yaitu 0,0008 mg/kg/hari. Hasil perhitungan

nilai rata-rata *intake realtime* responden masih dibawah namun mendekati nilai *intake* atau asupan yang ditetapkan oleh US-EPA yaitu 0,00028 mg/kg/hari. Hal ini menunjukkan bahwa paparan gas H₂S terhadap responden yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar tidak menunjukkan adanya risiko kesehatan non karsinogenik. Namun, terdapat beberapa responden yang memiliki nilai *intake realtime* yang telah melebihi nilai *intake* yang ditetapkan oleh US-EPA. Oleh sebab itu, perlu dilakukannya manajemen risiko yang tepat untuk mengendalikan risiko kesehatan yang mungkin terjadi pada beberapa responden yang berisiko dalam waktu paparan *realtime*. Berbeda dengan nilai *intake realtime*, hasil perhitungan nilai *intake lifetime* menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) memiliki nilai *intake* yang telah melebihi nilai *intake* atau asupan yang telah ditetapkan US-EPA. Hal tersebut menunjukkan bahwa paparan hidrogen sulfida pada masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar memiliki risiko kesehatan non karsinogenik dalam jangka waktu 30 tahun yang akan datang.

Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko merupakan tahapan terakhir dalam metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Karakteristik risiko non karsinogenik yang diakibatkan oleh H₂S dapat diperoleh dengan membagi nilai *intake* dengan RfC. Nilai rata-rata RQ responden dengan konsentrasi H₂S 0,0019 mg/m³ untuk waktu paparan *realtime* dianggap masih aman bagi kesehatan masyarakat pinggiran Sungai Tawar karena rata-rata RQ *realtime* <1 yaitu 0,87 mg/kg/hari. Sedangkan, untuk waktu paparan *lifetime* dengan konsentrasi hidrogen sulfida sebesar 0,0019 mg/m³ dianggap beresiko bagi masyarakat pinggiran Sungai Tawar karena nilai rata-rata RQ *lifetime* menunjukkan RQ >1 yaitu 2,88 mg/kg/hari.

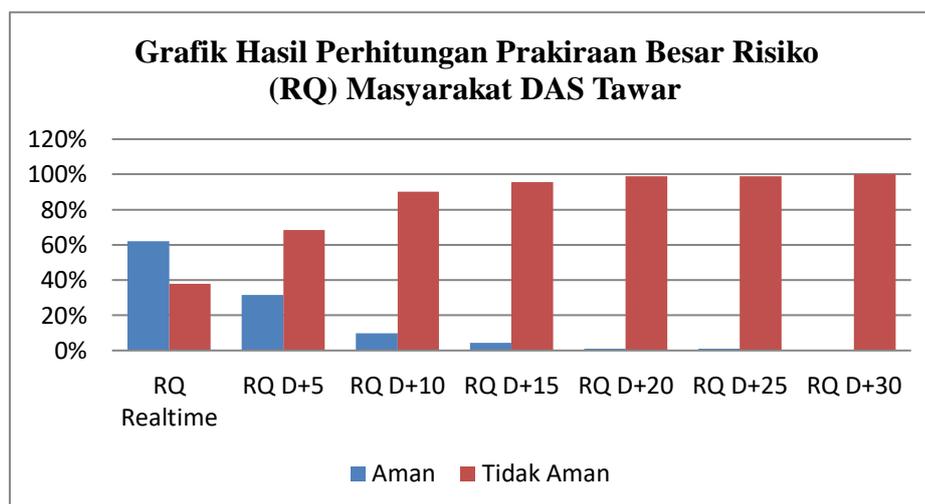
Tabel 4. Distribusi Frekuensi Karakteristik Risiko (RQ) *Realtime* dan *Lifetime* pada Masyarakat yang Bermukim di Pinggiran Sungai Tawar

Variabel	Cut of Point	Frekuensi	Persentase
Besarnya Risiko (RQ) <i>Realtime</i>	>1	35	38%
	≤1	57	62%
Besarnya Risiko (RQ) <i>Lifetime</i>	>1	92	100%
	≤1	0	0%

Berdasarkan analisis distribusi frekuensi karakteristik risiko (RQ), mayoritas responden memiliki nilai RQ *realtime* ≤1 yaitu sebanyak 57 responden (62%). Namun, terdapat 35 responden (38%) yang memiliki nilai RQ>1 atau kategori tidak aman untuk paparan *realtime*. Sedangkan untuk nilai RQ *lifetime* seluruh responden memiliki nilai RQ > 1 atau kategori tidak aman yaitu sebanyak 92 responden (100%). Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi hazard beresiko menimbulkan gangguan kesehatan non karsinogenik bagi masyarakat baik dalam waktu saat ini ataupun dalam jangka waktu 30 tahun mendatang, maka perlu dilakukannya pengendalian/ manajemen risiko.

Prakiraan Besar Risiko

Prakiraan besar risiko (RQ) non karsinogenik paparan H₂S di udara ambien pada masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar untuk proyeksi paparan 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 tahun mendatang bertujuan untuk mengetahui peningkatan besar risiko yang diterima oleh responden per 5 tahun yang akan datang. Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil bahwa nilai RQ masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar untuk proyeksi 5 hingga 30 tahun mendatang seluruhnya menunjukkan nilai RQ>1 yang artinya pada 5 hingga 30 tahun mendatang paparan H₂S yang diterima oleh masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar dianggap tidak aman dan berpotensi menimbulkan risiko terhadap kesehatan sehingga diperlukan manajemen risiko.



Gambar 1. Grafik Hasil Perhitungan Prakiraan Besar Risiko (RQ) Responden

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk RQ *realtime* terdapat 38% responden yang memiliki RQ>1, untuk prakiraan 5 tahun yang akan datang terdapat 68,5% responden yang memiliki RQ>1, prakiraan 10 tahun selanjutnya terdapat 90,2% responden yang memiliki RQ>1, prakiraan untuk proyeksi 15 tahun terdapat 95,7%

responden yang memiliki RQ>1, untuk prakiraan 20 dan 25 tahun selanjutnya terdapat 98,9% responden yang memiliki RQ>1, sedangkan untuk prakiraan 30 tahun yang akan datang 100% responden memiliki RQ>1. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa setiap per 5 tahun terjadi peningkatan jumlah responden yang memiliki nilai RQ>1 atau

kategori yang tidak aman. Kenaikan ini disebabkan karena durasi paparan responden yang terus bertambah. Kenaikan RQ setiap 5 tahun menunjukkan bahwa semakin lama responden terpapar oleh gas H₂S di udara maka semakin besar pula besar risiko yang akan diterima. Oleh sebab itu, sangat perlu dilakukannya manajemen risiko untuk menghindari berbagai risiko gangguan kesehatan bagi masyarakat yang terpapar gas H₂S di pinggiran Sungai Tawar.

**Hasil Analisis Bivariat
Hubungan Umur Responden dengan Karakteristik Risiko (RQ) Responden**

Berdasarkan uji asosiasi 2 variabel menggunakan uji *chi-square*, diperoleh nilai p-value (0,002) ≤ alfa (0,05) artinya

ada hubungan antara umur responden dengan karakteristik risiko (RQ) responden. Dari hasil uji *chi-square* juga diperoleh Odds Ratio 4,510 artinya responden yang memiliki umur >31 tahun memiliki probabilitas 4,510 kali mempunyai RQ>1 dibandingkan dengan responden yang memiliki umur ≤31 tahun.

Berdasarkan hasil analisis karakteristik risiko (RQ) *realtime* terhadap 92 responden diperoleh hasil bahwa terdapat 38% responden yang memiliki nilai RQ *realtime* >1 sedangkan untuk responden yang memiliki RQ *realtime* ≤1 sebanyak 62% responden . Hasil analisis umur responden yang memiliki RQ>1 dan RQ≤1 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Distribusi Analisis Umur Responden yang Memiliki RQ>1 dan RQ≤1

Variabel	Mean	Median	Min	Max	Kolmogrof-Smirnof
Umur Responden dengan RQ <i>realtime</i> > 1	43,6	43	20	83	0,625
Umur Responden dengan RQ <i>realtime</i> ≤1	24,3	22	6	55	0,124

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata umur responden yang memiliki RQ *realtime* >1 yaitu 43,6 tahun dengan umur median 43 tahun. Sedangkan rata-rata umur responden yang memiliki RQ *realtime* ≤1 yaitu 24,3 tahun dengan umur median 22 tahun. Dari hasil analisis tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata umur responden yang memiliki RQ *realtime* >1 lebih besar dibandingkan rata-rata umur responden yang memiliki RQ *realtime* ≤1. Hal tersebut terjadi karena responden yang bermukim di Daerah Aliran Sungai Tawar dengan umur yang lebih tua tentunya mengalami paparan gas H₂S yang lebih lama dibandingkan dengan responden yang memiliki umur lebih muda. Sehingga, semakin tua umur responden maka semakin banyak paparan yang diterima, sehingga lebih beresiko mengalami gangguan kesehatan

dibandingkan responden yang memiliki umur lebih muda. Selain itu, responden yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar dengan umur yang lebih tua akan memiliki durasi paparan (Dt) yang lebih lama dibandingkan dengan umur responden yang lebih muda. Dimana Dt akan berbanding lurus dengan karakteristik risiko (RQ) yang diterima oleh responden.

Berdasarkan hasil dari prakiraan besaran risiko (RQ) terhadap paparan gas H₂S pada masyarakat yang bermukim di permukiman kumuh sepanjang aliran Sungai Tawar, kita juga dapat mengetahui rentang umur responden yang memiliki RQ>1 untuk proyeksi 5,10,15,20,25,30 tahun yang akan datang. Berikut ini tabel analisis umur responden yang memiliki RQ>1 untuk Dt 5,10,15,20,25,30 tahun :

Tabel 6. Distribusi Analisis Umur Responden dengan $RQ > 1$ untuk proyeksi 5,10,15,20,25,30 Tahun Mendatang

Responden dengan $RQ > 1$				
Prakiraan Besar Risiko	Mean (Tahun)	Median (Tahun)	Min (Tahun)	Max (Tahun)
Dt+5	38,87	34	11	88
Dt+10	41,7	38	16	93
Dt+15	46,6	43	21	98
Dt+20	51,8	48	26	103
Dt+25	56,8	53	31	108
Dt+30	61,6	58	36	113

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa prakiraan besaran risiko untuk proyeksi 5 hingga 30 tahun yang akan datang menunjukkan peningkatan rata-rata umur responden. Hal tersebut mendukung bahwa umur memang mempengaruhi karaktersitik risiko responden. Namun, berdasarkan hasil analisis umur juga kita dapat melihat bahwa terdapat beberapa responden dengan umur yang masih muda memiliki nilai $RQ > 1$. Pada prakiraan besaran risiko 5 tahun mendatang dapat dilihat bahwa itu, terdapat beberapa responden dengan kategori umur yang masih muda masuk kedalam kategori karaktersitik risiko yang tidak aman.

Manajemen Risiko

Strategi Pengelolaan Risiko

Strategi pengelolaan risiko merupakan tahapan yang perlu dilakukan apabila nilai besar risiko ($RQ > 1$). Pengelolaan risiko yang dapat dilakukan untuk lingkungan permanen (permukiman) dengan jalur paparan inhalasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan melakukan penurunan konsentrasi ke batas aman ($C_{nk(aman)}$) dan pembatasan durasi pajanan hingga ke batas aman ($Dt_{nk(aman)}$) (17). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai konsentrasi batas aman hidrogen sulfida di udara ambien pada pinggiran Sungai Tawar yaitu $0,00153 \text{ mg/m}^3$. Sedangkan untuk durasi paparan aman bagi masyarakat yang bermukim di permukiman kumuh sepanjang aliran Sungai Tawar adalah 16,5 tahun.

umur minimal responden yang memiliki $RQ > 1$ yaitu 11 tahun. Hal tersebut dapat terjadi karena rendahnya berat badan (Wb) responden ditambah lagi dengan besarnya nilai tE , fE dan Dt yang dapat mengakibatkan besarnya nilai *intake*. Nilai berat badan akan berbanding terbalik dengan nilai *intake*, artinya semakin rendah berat badan seseorang maka akan semakin tinggi nilai *intake*. Nilai *intake* yang tinggi akan berpengaruh pada nilai RQ yang tinggi pula. Oleh sebab

Cara Pengelolaan Risiko

Untuk mewujudkan strategi pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan cara pengelolaan risiko melalui pendekatan pada beberapa aspek yaitu :

Pendekatan Teknologi

Pendekatan teknologi dapat dilakukan dengan memperbanyak pohon penyerap polutan di sekitar aliran sungai tawar seperti pohon kenanga dan american holly atau jenis tanaman penghalang yang berdaun banyak, kecil-kecil, lebat dan bercabang (18). Pendekatan teknologi juga dapat dilakukan dengan pembuatan IPAL tertutup sebagai pengelolaan air limbah masyarakat yang bermukim di sekitar Sungai Tawar, sehingga masyarakat tidak lagi membuang limbah cair yang mereka hasilkan ke aliran Sungai Tawar. Selain itu, pemasangan penyaring udara (*air purifier*) di dalam rumah dapat menyedot udara kotor di dalam ruangan, lalu menyaringnya melalui komponen filter yang dimilikinya sehingga menghasilkan udara bersih di dalam ruangan.

Pendekatan Institusi

Pendekatan institusi dapat dilakukan dengan cara berkoordinasi dengan pihak Kepala Kelurahan 29 Ilir dan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang untuk melakukan pembersihan secara rutin Sungai Tawar yang terdapat di Kelurahan 29 Ilir agar laju aliran sungai dapat berjalan dengan lancar dan meminimalisir terjadinya penumpukan sampah di aliran sungai. Selain itu, perlu juga disediakannya tempat penampungan sementara di sekitaran Sungai Tawar untuk sampah-sampah yang dihasilkan oleh masyarakat di lokasi tersebut. Pendekatan institusi juga dapat dilakukan dengan berkoordinasi pada pihak Badan Lingkungan Hidup/ BTKLPP Kota Palembang untuk mengukur udara ambien minimal 6 bulan sekali, sehingga dapat memantau kondisi lingkungan masyarakat

melalui pengukuran H_2S yang dilakukan secara berkala.

Pendekatan Sosial-Ekonomis

Pendekatan sosial-ekonomis dapat dilakukan dengan melakukan sosialisasi mengenai dampak yang ditimbulkan oleh gas hidrogen sulfida yang dihasilkan oleh Sungai Tawar yang tercemar. Sosialisasi dapat berupa pemberian pemahaman tentang risiko kesehatan yang dapat dialami masyarakat baik paparan pada konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi dan juga pada paparan akut ataupun paparan kronis. Selain itu, perlu juga dilakukan sosialisasi mengenai larangan membuang sampah dan air limbah rumah tangga ke sungai. Hal tersebut penting dilakukan karena tumpukan sampah dan air limbah masyarakat yang dibuang ke Sungai Tawar yang menjadi sumber gas H_2S di udara pada pemukiman masyarakat Daerah Aliran Sungai Tawar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap potensi risiko lingkungan akibat paparan gas H_2S bagi masyarakat pinggiran Sungai Tawar menunjukkan bahwa dengan konsentrasi rata-rata H_2S di lokasi tersebut yaitu $0,0019 \text{ mg/m}^3$ diperoleh hasil bahwa untuk paparan *realtime* menunjukkan bahwa terdapat 35 responden (38%) yang memiliki nilai $RQ_{realtime} > 1$ atau kategori tidak aman. Selain itu perhitungan besar risiko untuk paparan *lifetime* menunjukkan seluruh responden (100%) memiliki $RQ_{lifetime} > 1$ atau dalam kategori tidak aman. Hal ini menunjukkan meskipun konsentrasi H_2S yang didapatkan masih dibawah baku mutu, namun tingkat risiko tidak aman masih ditemukan pada responden.

Adapun saran yang diberikan peneliti adalah sebagai berikut :

Sebaiknya masyarakat yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar terutama kelompok usia lansia dan manula yang rentan terhadap gangguan kesehatan diharapkan untuk meningkatkan pola hidup sehat seperti perbanyak minum air putih, perbanyak mengonsumsi sayur, olahraga yang cukup serta mengonsumsi vitamin dan madu untuk meningkatkan

imunitas guna mengurangi risiko gangguan kesehatan yang disebabkan oleh paparan gas hidrogen sulfida di permukiman pinggiran Sungai Tawar.

Bagi orang tua anak-anak yang bermukim di pinggiran Sungai Tawar untuk memberikan asupan makanan sesuai dengan gizi seimbang untuk mewujudkan berat badan yang ideal dan imunitas yang lebih kuat.

Masyarakat di pinggiran Sungai Tawar diharapkan untuk menggunakan penyaring udara (*air purifier*) untuk menyaring udara kotor sehingga menghasilkan udara bersih di dalam rumah.

Masyarakat di pinggiran Sungai Tawar diharapkan memperbanyak jumlah tanaman barrier yang sifatnya dapat menurunkan polutan di udara dan tanaman pohon untuk meminimalisir bau yang dihasilkan oleh gas H_2S seperti pohon kenanga dan American holly.

Sebaiknya masyarakat memperbanyak aktivitas di luar lingkungan Sungai Tawar untuk mengurangi waktu paparan dari gas hidrogen sulfida yang dihasilkan oleh tumpukan sampah di Sungai Tawar.

KEPUSTAKAAN

1. Nangin SR, Langoy ML, Katili DY. Makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air sungai suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*. 2015;4(2):165-8.
2. Anggraini D, Pertiwi MB, Bahrin D. Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik. *Jurnal Teknik Kimia*. 2012;18(1).
3. Ekanidya N, Sunarsih E. ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN HIDROGEN SULFIDA (H₂S) PADA PEMULUNG DI UDARA TPA II KARYA JAYA KOTA PALEMBANG TAHUN 2019: Sriwijaya University; 2019.
4. Müezzinoğlu A, Sponza D, K Ken I. Hydrogen Sulfide and Odor Control in İzmir Bay. . *Water, Air, and Soil Pollution*. 2000;123:245-57.
9. Wahyono S. Pengolahan sampah organik dan aspek sanitasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2001;2(2).
10. Firdaus AR. Analisis Risiko Paparan NH₃ dan H₂S Terhadap Gangguan Pernapasan Pada Penduduk di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bukit Pinang Samarinda. *KESMAS UWIGAMA: Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2015;1(2):49-59.
11. Ivana SC, Nurmawanti D. KADAR GAS HIDROGEN SULFIDA (H₂S) DAN KELUHAN SUBYEKTIF PEMULUNG TPA BENOWO SURABAYA TAHUN 2016. *GEMA LINGKUNGAN KESEHATAN*. 2017;15(1).
12. Perdana C. Gambaran Asupan Ammonia (NH₃) Pada Masyarakat Dewasa Di Kawasan Sekitar Pemukiman PT. Pusri Palembang. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2015.
13. Arofah LM, Khambali, Rachmaniyah. Analisis Risiko Kadar Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Pada Masyarakat Sekitar Pabrik Bioethanol (Studi Kasus : Pabrik Bioethanol PT. Energi Agro Nusantara Kecamatan Gedeg Kabupaten Mojokerto Tahun
5. Rifai B, Joko T, Darundiati YH. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) pada Pemulung Akibat Timbulan Sampah di TPA Jatibarang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*. 2016;4(3):692-701.
6. Safitri Y, Ardillah Y. ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN HIDROGEN SULFIDA (H₂S) PADA MASYARAKAT WILAYAH TPA SUKAWINATAN KOTA PALEMBANG: Sriwijaya University; 2018.
7. Wicita SA. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida) Pada Pekerja di Intalasi Biogas PT. Tania Selatan Tahun 2018 [Skripsi]: Universitas Sriwijaya; 2018.
8. ATSDR. Toxicological Profile For Hydrogen Sulfide. US: Department of Health and Human. Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2004.
- 2018). *Gema Kesehatan Lingkungan*. 2018;16:110-7.
14. Rahman A. Prinsip-prinsip Dasar, Metode, Teknik dan Prosedur Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia; 2005.
15. Wardani T. Perbedaan Tingkat Risiko Kesehatan Oleh Paparan PM₁₀, SO₂ dan NO₂ pada Hari Kerja, Hari Libur dan Hari Bebas Kendaraan Bermotor di Bundaran HI Jakarta. Depok: Universitas Indonesia; 2012.
16. Sianipar RH. Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2009.
17. Kemenkes. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Jakarta: Kemenkes RI; 2012.
18. Jerez SB, Bahrin D, Aalst JA, Hai NX. Demonstrating the Effect of Trees for Controlling Particulate Matter, Hydrogen Sulfide and Odor from Poultry Buildings. . United States Departement of Agriculture-Natural Resources Conservation Service: Final Project Report; 2016.