

## Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ) dan Ammonia ( $NH_3$ ) Pada Masyarakat Wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018

Achmad Fickry Faisya<sup>1\*</sup>, Dini Arista Putri<sup>1</sup>, Yustini Ardillah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bagian Kesehatan lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, Palembang

\*Corresponding author: [fickry@fkm.unsri.ac.id](mailto:fickry@fkm.unsri.ac.id)

Info Artikel : Diterima April 2019 ; Disetujui September 2019 ; Publikasi Oktober 2019

### ABSTRAK

**Latar belakang:** TPA Sukawinatan merupakan salah satu tempat pembuangan akhir yang masih beroperasi aktif di Kota Palembang. TPA Sukawinatan berjenis controlled landfill dengan risiko peningkatan aktivitas dekomposisi mikroorganisme secara anaerob sehingga menghasilkan gas hidrogen sulfida and ammonia setelah proses penimbunan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan paparan gas hidrogen sulfida dan ammonia pada masyarakat sekitar TPA Sukawinatan.

**Metode:** Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan metode analisis kuantitatif. Pendekatan yang digunakan yaitu dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Sampel dalam penelitian ini adalah 50 orang masyarakat dengan teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dalam radius 300 dan 600 m. Analisis data yang dilakukan yaitu analisis univariat dan analisis risiko.

**Hasil:** Hasil penelitian untuk kadar risk agent menunjukkan bahwa kadar  $H_2S$  tertinggi sebesar 0,003 mg/m<sup>3</sup>, kadar  $NH_3$  tertinggi yaitu 0,031 mg/m<sup>3</sup>. Nilai RQ ( $NH_3$ ) untuk setiap risk agent dilokasi studi seluruhnya menunjukkan dibawah 1, sedangkan nilai RQ ( $H_2S$ ) untuk setiap risk agent berbeda terdapat nilai yang menunjukkan diatas 1.

**Simpulan:** Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa  $H_2S$  di sekitar kawasan TPA sukawinatan memiliki risiko terhadap gangguan kesehatan masyarakat karena masih terdapat nilai  $RQ > 1$ . Untuk itu sebaiknya Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup Kota Palembang sebaiknya dapat melakukan manajemen risiko terhadap masyarakat yang beresiko mengalami gangguan kesehatan.

**Kata kunci:** Ammonia; Hidrogen Sulfida; Risiko; Sampah; Tempat Pembuangan Akhir

### ABSTRACT

**Title:** *Environmental Health Risk Analysis Of Hydrogen Sulfide ( $H_2S$ ) And Ammonia ( $NH_3$ ) Exposure In The Communities Around Sukawinatan Landfill In Palembang 2018*

**Background:** *Sukawinatan landfill is a one of landfill that still operates actively in the city of Palembang. The types of Sukawinatan landfill was control landfill with increased risk of decomposition activity of anaerobic microorganisms to produce hydrogen sulfide and ammonia gases after the waste dumping process. This study aims to analyze risk factors of hydrogen sulfide and ammonia gases exposure to communities around Sukawinatan Landfill.*

**Methods:** *This study was descriptive research and used quantitative analysis method. The approach used was Environmental Health and Risk Analysis. Sample in this research was 50 human sample and technique was used Purposive Sampling within the radius of 300 and 600 m. Data analysis was conducted using univariate and risk analysis.*

**Results:** *The results of research showed that the highest levels of risk agent  $H_2S$  levels is 0,003 mg/m<sup>3</sup>, the highest levels of  $NH_3$  is 0,031 mg/m<sup>3</sup>. The level of risk ( $NH_3$ ) showed below 1, while The level of risk ( $H_2S$ ) for each different risk agent there is showed above 1.*

**Conclusion:** Based on the result of this research, assesment is who received  $RQ > 1$  in TPA Sukawinatan Departement of environmental and sanitation in Palembang must to do risk management towards people who are at risk of wxperiencing health problems.

**Keywords:** Ammonia; Hydrogen sulphide; Garbage; Landfill; Risk

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara dalam ruang (indoor air pollution) terutama rumah sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat, karena pada umumnya masyarakat lebih banyak menghabiskan waktu untuk melakukan kegiatan di dalam rumah. Salah satu yang dapat mencemari lingkungan yakni keberadaan sampah.

Sampah merupakan masalah yang dihadapi hampir seluruh negara di dunia terutama di kota-kota besar. Kota-kota di dunia menghasilkan sampah hingga 1,3 miliar ton setiap tahunnya dan diperkirakan pada 2025 produksi sampah dunia akan meningkat drastis menjadi 2,2 miliar ton. Berdasarkan data dari World Bank pada tahun 2014, jumlah timbunan sampah per hari diperkirakan sebanyak 175.000-176.000 ton/hari. Jumlah tersebut akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di dunia.<sup>1</sup> Pencemaran udara yang terjadi di lingkungan sekitar TPA dapat berupa gas beracun hasil dari tumpukan sampah organik yang mengalami pembusukan antara lain gas metan ( $CH_4$ ), sulfur dioksida ( $SO_2$ ), amonia ( $NH_3$ ), dan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), sehingga dapat menjadi penyebab timbulnya penyakit terkait respirasi (pernapasan), kardiovaskular, dan perubahan fisiologis seperti fungsi paru serta tekanan darah. Berdasarkan penelitian Harjanti et al (2016) gas beracun masih memiliki batasan aman  $RQ < 1$  pada tempat pembuangan akhir.<sup>2</sup>

Laporan dari UPT TPA DLHK Palembang pada 2017, Kota Palembang memproduksi sampah rata-rata hingga 683 ton/hari dengan total volume sampah sebesar 249 ribu ton sepanjang tahun 2017, sehingga akan menjadi ancaman serius bagi kesehatan lingkungan kota Palembang jika dibiarkan tanpa konsen penanganan. TPA Sukawinatan Kota Palembang terdapat sekitar 67,5% Sampah organik yang masuk tiap harinya. Berdasarkan data Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup kota Palembang (2016) menyatakan bahwa persentase peningkatan sampah kota Palembang dari tahun 2013 ke tahun 2016 sebesar 50 % dan per hari nya mencapai 1200 ton sampah.<sup>3</sup> Berdasarkan letak geografis, wilayah TPA Sukawinatan banyak terdapat pemukiman warga

yang lokasinya sangat dekat dengan TPA yaitu  $\pm 300$  dan 600 meter<sup>2</sup>. Hal ini bertentangan dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No.829 tahun 1999 tentang persyaratan kesehatan perumahan dan lingkungan permukiman yaitu jarak yang diperbolehkan dari tempat pembuangan akhir ke pemukiman penduduk adalah  $\pm 3$  km dan tidak terletak di daerah bekas tempat pembuangan akhir sampah.<sup>4</sup> Berdasarkan kondisi dan uraian tersebut maka perlu dilakukan analisis risiko kesehatan lingkungan paparan  $H_2S$  dan  $NH_3$  pada masyarakat wilayah TPA Sukawinatan.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan metode analisis kuantitatif. Pendekatan yang digunakan yaitu dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Pengukuran  $H_2S$  menggunakan metode biru metilen dan  $NH_3$  menggunakan metode infenol dengan alat spektrofotometer. Sampel dalam penelitian ini diambil total 10 titik di sekitar TPA Sukawinatan dalam radius 300 (TPA sukawinatan, kantor TPA sukawinatan, tanah kosong, rumah warga dan sekitar rumah makan) dan 600 meter (TPA Sukawinatan, tanah kosong, rumah warga, 20 m dari jalan raya dan disekitar rumah makan). Pengukuran  $H_2S$  dan  $NH_3$  menggunakan analisis yang dilakukan yaitu analisis univariat dan analisis risiko kesehatan lingkungan untuk melakukan perhitungan estimasi risiko tersebut. Jumlah populasi sebanyak 90 KK dengan sampel manusia dalam penelitian yang diambil sebanyak 50 orang berdasarkan rumus perhitungan Lameshow (1997) dengan teknik pengambilan menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria berusia  $\geq 18$  tahun, sudah bermukim minimal 3 tahun, tidak bekerja sebagai pemulung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsentrasi Hidrogen Sulfida

Hasil pengukuran konsentrasi  $H_2S$  dan  $NH_3$  pada 5 titik pengukuran di wilayah TPA Sukawinatan dalam radius 300 meter dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Konsentrasi  $H_2S$  dan  $NH_3$  Sekitar TPA Sukawinatan

Jarak	Titik	Lokasi Pengukuran	$[NH_3]$ (mg/m <sup>3</sup> )	$[H_2S]$ (mg/m <sup>3</sup> )
	1	Depan kantor TPA	0,028	0,002
	2	Tanah kosong	0,022	0,002
Radius	3	Depan rumah penduduk	0,031	0,002
300 m	4	Depan rumah penduduk 20 m dari jalan raya	0,015	0,001
	5	Depan rumah makan 20 m dari jalan raya	0,013	0,001
	6	Depan rongsokan sampah plastik	0,031	0,003

	7	Depan rumah warga RT.60,RW.07 No.20	0,029	0,002
	8	Jl.Letkol Muchsin Samsudin RT.68, RW.10,No.01	0,030	0,002
Radius	9	Depan indomaret Sukawinatan RT.68,RW.10	0,030	0,003
600 m	10	Depan rumah warga Jl.Sei sedapat 2	0,028	0,003
	11	Depan lorong Abadi Jl.Sei Sedapat 2	0,027	0,002
	12	Tanang kosong sebelah barat TPA Jl.Sei Sedapat 2	0,023	0,003

Hasil pengukuran konsentrasi H<sub>2</sub>S tertinggi berada di titik 1 yaitu 0,002 mg/m<sup>3</sup> dan terendah di titik 4 dan 5 yaitu 0,001 mg/m<sup>3</sup>. Dan Hasil pengukuran konsentrasi NH<sub>3</sub> tertinggi berada di titik 1 yaitu 0,031 mg/m<sup>3</sup> dan terendah di titik 5 yaitu 0,013 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> tersebut masih dibawah nilai ambang ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 Tahun 1996 yaitu 0,028 mg/m<sup>3</sup> dan 1,393 mg/m<sup>3</sup>.<sup>5</sup>

### Karakteristik Antropometri

Karakteristik antropometri terdiri dari variable usia, berat badan (Wb) dan laju asupan (R). Berat badan termasuk salah satu karakteristik antropometri yang berpengaruh dalam perhitungan laju asupan. Karakteristik antropometri masyarakat TPA Sukawinatan dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Distribusi Analisis Karakteristik Antropometri pada Masyarakat TPA Sukawinatan

Variabel	Mean	Median	Min	Max	SD
Usia (tahun)	42	39,5	19	80	15,47
Berat Badan (kg)	57,8	58	37	83	8,804
Laju Asupan (m <sup>3</sup> /jam)	0,607	0,609	0,51	0,83	0,0025

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata usia masyarakat TPA Sukawinatan yaitu 42 tahun, berat badan sebesar 57,8 kg, dan laju asupan 0,607 m<sup>3</sup>/jam. Hasil uji normalitas menunjukkan data variabel usia, berat badan dan laju asupan berdistribusi normal.

### Pola Aktivitas Masyarakat Sekitar TPA Sukawinatan

Pola aktivitas terdiri dari lama paparan (tE), frekuensi paparan (fE), dan durasi paparan (Dt). Nilai

lama paparan (tE) didapatkan berdasarkan jumlah jam masyarakat berada di lokasi penelitian dalam satu hari. Nilai frekuensi paparan diperoleh dari jumlah hari pajanan yang diterima masyarakat dalam satu tahun (365 hari) di area terpapar dikurangi jumlah hari masyarakat tidak berada di lokasi penelitian. Nilai durasi paparan (Dt) merupakan nilai lamanya waktu dalam tahun masyarakat terpajanan di lokasi penelitian. Hasil distribusi analisis pola aktivitas masyarakat TPA Sukawinatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Distribusi Analisis Pola Aktivitas Masyarakat TPA Sukawinatan

Variabel	Mean	Median	SD	Min	Max	p-value*
Waktu Paparan (jam/hari)	21,94	24	4,47	7	24	0,00
Frekuensi Paparan (hari/tahun)	363,71	365	8,1	288	365	0,00
Durasi Paparan (tahun)	16,01	12	12,76	3	50	0,00

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata waktu paparan sebesar 21,94 jam/hari, frekuensi paparan sebesar 363,71 hari/tahun dan duasi paparan sebesar 16,01 tahun. Hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa semua variable tidak terdistribusi normal.

### Analisis Intake Atau Asupan Masyarakat Wilayah TPA Sukawinatan

Perhitungan intake (asupan) menggunakan variable konsentrasi, berat badan, laju asupan, paparan harian, frekuensi paparan, dan durasi paparan dengan nilai periode waktu rata-rata yaitu 10.950 hari. Adapun hasil distribusi analisis intake (asupan) dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4. Distribusi Analisis Intake atau Asupan Masyarakat TPA Sukawinatan

Variabel	Mean	Median	SD	Min	Max	p-value*
Intake/Asupan NH <sub>3</sub>	0,00327	0,0030	0,0027	0,0002	0,012	0,00
Intake/Asupan H <sub>2</sub> S	0,00026	0,00021	0,0002	0,00001	0,00098	0,00

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa rata-rata intake atau asupan NH<sub>3</sub> pada masyarakat TPA Sukawinatan sebesar 0,00327 mg/kg/hari dan H<sub>2</sub>S sebesar 0,00026 mg/kg/hari. Hasil uji normalitas data

menunjukkan variable intake/asupan NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>S tidak terdistribusi normal.

### Karakteristik Risiko

Karakterisasi risiko dilakukan untuk membandingkan hasil analisis paparan (*intake*)

dengan nilai dosis acuan (*RfC*) yang dikenal dengan besar risiko atau *Risk Quotient* (RQ).

Tabel 5. Tingkat risiko (RQ) H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> untuk populasi dengan rata-rata BB 57,8 kg dan fE 365 hari/tahun

Jarak	Titik	Lokasi Pengukuran	RQ NH <sub>3</sub>	RQ H <sub>2</sub> S
Radius 300 m	1	Depan kantor TPA	0,133	1,068
	2	Tanah kosong	0,105	0,825
	3	Depan rumah penduduk	0,147	1,019
	4	Depan rumah penduduk 20 m dari jalan raya	0,071	0,534
	5	Depan rumah makan 20 m dari jalan raya	0,062	0,534
	6	Depan rongsokan sampah plastik	0,147	1,213
Radius 600 m	7	Depan rumah warga RT.60,RW.07 No.20	0,138	1,068
	8	Jl.Letkol Muchsin Samsudin RT.68, RW.10,No.01	0,143	1,019
	9	Depan indomaret Sukawinatan RT.68,RW.10	0,143	1,213
	10	Depan rumah warga Jl.Sei sedapat 2	0,133	1,213
	11	Depan lorong Abadi Jl.Sei Sedapat 2	0,128	1,165
	12	Tanang kosong sebelah barat TPA Jl.Sei Sedapat 2	0,109	1,262

Berdasarkan tabel 5, *Risk Quotient* (RQ) untuk NH<sub>3</sub> semuanya berada di bawah 1 yakni berkisar 0,062-0,147. Perbandingan nilai RQ NH<sub>3</sub> berdasarkan wilayah adalah (Titik 3 dan 6) > (Titik 8 dan 9) > titik 7 > (titik 1 dan 10) > titik 11 > titik 12 > titik 2 > titik 4 > titik 5. Adapun nilai RQ H<sub>2</sub>S berkisar 0,534 – 1,262. Perbandingan nilai RQ H<sub>2</sub>S berdasarkan wilayahnya adalah Titik 12 > (Titik 6,9 dan 10 ) > Titik 11 > (Titik 1 dan 7) > (Titik 3 dan 8) > Titik 2 > (Titik 4 dan 5). *Risk agent* menurut *risk quotient*nya yang paling dominan atau besar hingga ke jarak terjauh 600 meter adalah H<sub>2</sub>S dengan nilai maksimum 1,262 di area tanah kosong sebelah barat TPA Jl.Sei Sedapat 2.

Karakteristik risiko kesehatan untuk NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>S merupakan nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan membagi nilai asupan dengan dosis respon iritan. Risiko kesehatan pada penelitian ini yang digunakan yaitu risiko non karsinogenik. Hal ini karena gas ammonia dan hidrogen sulfida tidak memiliki implikasi terhadap kasus kanker sehingga efek yang akan digunakan dalam analisis adalah efek sistemik atau efek non karsinogenik.<sup>6</sup>

Nilai RQ H<sub>2</sub>S sebagian lebih dari 1 dengan rata-rata yang didapatkan masih berada di bawah 1 (RQ<1) yaitu 0,803 sehingga dapat dikatakan bahwa risiko yang diterima masyarakat sekitar TPA Sukawinatan pada saat ini masih dapat dikatakan aman. Hal ini disebabkan oleh rendahnya konsentrasi H<sub>2</sub>S yang masih berada di bawah baku mutu. Namun, meskipun konsentrasi agen risiko ini masih berada di bawah baku mutu, tidak membebaskan seluruh populasi dari risiko gangguan kesehatan. Hal ini dapat dilihat dari masih ditemukannya nilai RQ>1 pada beberapa responden. Berdasarkan hasil perhitungan besar risiko pada penelitian ini terdapat 16 responden memiliki RQ>1 atau tidak aman. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi H<sub>2</sub>S masih di bawah baku mutu, namun tingkat risiko tidak aman masih ditemukan pada beberapa responden. Karakteristik risiko kesehatan pada masa yang akan datang, dibuat

jangka waktu hingga 30 tahun (*life time*) berdasarkan US-EPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada durasi paparan 30 tahun yang akan datang responden akan memiliki risiko nonkanker (RQ>1) dengan rata-rata 1,48. Hal ini menunjukkan bahwa akan terjadi risiko kesehatan non karsinogenik yang harus dihindari. Nilai RQ>1 ini menunjukkan bahwa asupan hidrogen sulfida ke dalam tubuh responden telah melewati batas dosis paparan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek kesehatan yang merugikan.

Karakterisasi risiko untuk NH<sub>3</sub> dengan besar risiko realtime minimum responden adalah 0,02 mg/kg/hari dan maksimum adalah 0,36 mg/kg/hari. Besar risiko realtime dianggap tidak berisiko terhadap kesehatan masyarakat karena rata-rata RQ<1 yaitu 0,104 mg/kg/hari dengan standar deviasi 0,069. Besar risiko *lifetime* dianggap tidak berisiko terhadap kesehatan masyarakat karena rata-rata RQ<1 yaitu 0,29 mg/kg/hari dengan standar deviasi 0,86. Besar risiko *lifetime* minimum responden adalah 0,12 mg/kg/hari dan maksimum adalah 0,57 mg/kg/hari. Berdasarkan hasil perhitungan besar risiko realtime sebanyak 50 (100%) responden memiliki RQ<1 dan 0 (0%) responden memiliki RQ>1. Sedangkan untuk besar risiko *lifetime* sebanyak 50 (100%) responden memiliki RQ<1 dan 0 (100%) responden memiliki RQ>1. Sehingga dapat dikatakan, paparan NH<sub>3</sub> untuk saat ini masih tergolong aman.

### Manajemen Risiko

#### Prakiraan Besar Risiko

Prakiraan besar risiko non karsinogenik (RQ) menggunakan durasi paparan 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 tahun kedepan untuk mengetahui peningkatan besar risiko per masa 5 tahun yang dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Prakiraan Besar Risiko pada Tahun ke- 5, 10, 15, 20, 25, 30 yang Akan Datang

	Tingkat Risiko pada Durasi Tahun					
	Dt+5	Dt+10	Dt+15	Dt+20	Dt+25	Dt+30
Besar Risiko (RQ) H <sub>2</sub> S	0,80	1,28	1,52	1,75	1,99	2,23
Besar Risiko (RQ) NH <sub>3</sub>	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai besar risiko (RQ) untuk estimasi 5 tahun, pada tahun ke 10 yang akan datang menunjukkan RQ>1 ditunjukkan oleh paparan H<sub>2</sub>S setelah tahun ke 10,15,20,25,30 yang artinya jika dibiarkan kondisi ini akan berisiko tidak aman. Sedangkan paparan NH<sub>3</sub> masih dianggap aman karena memiliki nilai RQ<1.

### Strategi Pengelolaan Risiko

Strategi pengelolaan risiko yang bisa dilakukan untuk meminimalkan besar risiko (RQ) yaitu dengan menentukan batas aman konsentrasi, waktu dan frekuensi paparan. Hasil perhitungan didapatkan batas aman konsentrasi H<sub>2</sub>S sebesar 0,002 mg/m<sup>3</sup> dengan waktu paparan 7,4 jam dalam sehari dan 115,2 hari dalam setahun. Dan ECR tidak dihitung karena H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> bersifat non karsinogenik.

## PEMBAHASAN

### Konsentrasi Hidrogen Sulfida dan Ammonia

Hasil pengukuran konsentrasi H<sub>2</sub>S pada 5 titik didapatkan rata-rata konsentrasi H<sub>2</sub>S sebesar 0,0016 mg/m<sup>3</sup> yang berarti masih dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 tahun 1996 tentang baku tingkat kebauan hidrogen sulfida yaitu 0,028 mg/m<sup>3</sup>. Hasil pengukuran konsentrasi H<sub>2</sub>S tertinggi berada di titik 1 yaitu sebesar 0,0022 mg/m<sup>3</sup>. Titik 1 merupakan titik pengukuran terdekat dari TPA Sukawinatan dibandingkan dengan titik lainnya. Sedangkan konsentrasi H<sub>2</sub>S terendah berada di titik 4 dan 5 yaitu 0,0011 mg/m<sup>3</sup> yang merupakan titik terjauh dari TPA Sukawinatan dibandingkan titik lainnya. Sedangkan Hasil pengukuran konsentrasi ammonia di 5 titik pengukuran pada penelitian ini didapatkan rata-rata konsentrasi sebesar 0,0219 mg/m<sup>3</sup> yang berarti masih dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 tahun 1996 tentang baku tingkat kebauan Ammonia yaitu 1,393 mg/m<sup>3</sup>. Hasil pengukuran konsentrasi Ammonia tertinggi berada di titik pengukuran 3 yaitu sebesar 0,0313 mg/m<sup>3</sup>. Titik pengukuran tersebut merupakan titik terdekat dari TPA Sukawinatan dibandingkan dengan titik lainnya. Sedangkan konsentrasi Ammonia terendah berada di titik 5 yaitu 0,0132 mg/m<sup>3</sup> yang merupakan titik terjauh dari ex-TPA Sukawinatan dibandingkan titik lainnya.

Berdasarkan penelitian Haryoto et al (2014), menyatakan bahwa semakin dekat jarak pengambilan sampel udara ambien terhadap sumber emisi maka semakin besar pula konsentrasi gas yang dihasilkan.<sup>7</sup> Konsentrasi pada titik 1 lebih tinggi dari titik yang lain

karena waktu pengukuran berlangsung pada siang hari di jam 12.03-12.33, sehingga ada pengaruh perbedaan waktu terhadap kondisi meteorologi. Siang hari suhu udara tinggi karena sinar matahari yang diserap akan menyebabkan pemuaiannya udara. Pemuaiannya udara yang berlangsung akan mengencerkan konsentrasi gas pencemar termasuk hidrogen sulfida. Selain itu suhu juga berpengaruh pada tekanan udara dan kelembaban yang kemudian akan mempengaruhi kecepatan angin. Jika kecepatan angin rendah maka gas yang ada tidak akan semakin cepat menyebar sehingga konsentrasi yang diukur lebih tinggi.<sup>8</sup> Secara teori, faktor meteorologi seperti suhu, arah dan kecepatan angin dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Parameter ini berpengaruh besar pada dispersi dan penyisihan pencemar udara secara alami.<sup>9</sup>

### Karakteristik Antropometri Berat Badan

Berat badan merupakan variabel yang penting dalam analisis risiko kesehatan lingkungan serta dapat mempengaruhi jumlah *intake* (asupan) pada setiap individu. Hasil analisis univariat didapatkan rata-rata berat badan responden di TPA Sukawinatan yaitu 58 kg. Berat badan paling besar yaitu 70 kg dan berat badan paling ringan yaitu 37 kg. Berat badan setiap individu tentu memiliki nilai yang berbeda dikarenakan berbagai faktor seperti gizi, pola konsumsi, budaya, hormon dan juga lingkungan.<sup>10</sup> Responden dengan berat badan lebih besar memiliki nilai laju asupan lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Perdana (2015) yang menyatakan semakin tinggi berat badan responden maka akan semakin meningkat laju asupan yang diterima. Semakin besar berat badan responden maka semakin kecil besar risiko dan sebaliknya semakin rendah berat badan responden maka semakin tinggi besar risiko yang diterima.<sup>11</sup> Semakin besar berat badan seseorang maka semakin rendah asupan agen risiko pada tubuh karena terdapat jaringan lemak yang lebih banyak sehingga mampu melarutkan zat toksik seperti H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>. Seseorang yang memiliki berat badan lebih kecil akan lebih mudah terpapar agen risiko karena langsung berinteraksi dengan sel tubuh.<sup>12</sup>

### Laju Asupan (R)

Nilai rata-rata laju asupan harian total responden yang diperoleh adalah 0,606 m<sup>3</sup>/jam. Nilai laju asupan setiap individu didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan persamaan  $y = 5,3 \ln(x) - 6,9$  dengan  $y = R$  dalam satuan m<sup>3</sup>/hari dan  $x = Wb$  atau berat badan.<sup>13</sup> Persamaan ini merupakan kurva logaritmik

berat badan dari nilai ketetapan faktor pemajanan menurut *Environmental Protection Agency (EPA)*. Responden dengan laju asupan tinggi memiliki risiko yang lebih besar terhadap paparan  $H_2S$  dan  $NH_3$ . Semakin tinggi nilai laju asupan maka tingkat gas yang masuk kedalam tubuh juga semakin tinggi. Menurut Nukman (2008) menyatakan bahwa laju asupan seseorang berhubungan dengan laju metabolisme. Metabolisme berkaitan dengan kebutuhan energi tubuh, maka berat badan merupakan determinan kebutuhan oksigen udara yang harus dihirup.<sup>14</sup>

### Pola Aktivitas Responden

#### Waktu Paparan ( $t_E$ )

Waktu paparan merupakan jumlah waktu responden dalam satu hari berada di lokasi yang memungkinkan terjadinya paparan  $H_2S$  dan  $NH_3$ . Hasil penelitian menunjukkan rata-rata waktu paparan yaitu 23 jam/hari. Waktu paparan yang sangat lama akan menyebabkan efek didalam tubuh manusia. Jika seseorang menghirup udara yang mengandung hidrogen sulfida dalam waktu yang lama akan mengakibatkan komposisi oksigen yang masuk kedalam tubuh berkurang, sehingga kinerja otak akan terganggu dan mengakibatkan lumpuhnya syaraf penciuman dan hilangnya fungsi kontrol otak dan paru-paru.<sup>11</sup> Begitu pula dengan paparan amonia, amonia berkonsentrasi tinggi pada waktu tertentu dapat menyebabkan kerusakan paru-paru bahkan kematian karena amonia tergolong zat beracun.<sup>15</sup> Pada konsentrasi amonia 50 ppm dengan paparan selama 2 jam sudah menimbulkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan.<sup>16</sup> Responden dengan waktu paparan yang lebih lama akan mempengaruhi besar risiko yang akan diterima. Ramadhona (2014), dalam penelitiannya menyatakan semakin lama waktu paparan maka semakin besar risiko kesehatan yang diterima.<sup>17</sup>

#### Frekuensi Paparan ( $f_E$ )

Frekuensi paparan merupakan jumlah hari paparan  $H_2S$  dan  $NH_3$  yang diterima responden dalam satu tahun dikurangi lama responden meninggalkan lokasi penelitian. Frekuensi paparan merupakan elemen kunci dalam perhitungan *risk assessment* karena variabel ini digunakan untuk menentukan dosis kumulatif dari waktu ke waktu.<sup>18</sup> Sebanyak 50 (100%) responden pada penelitian ini memiliki frekuensi paparan selama 365 hari/tahun atau dapat dikatakan seluruh responden pada penelitian ini memiliki frekuensi paparan yang sama yaitu 365 hari/tahun. Hal ini disebabkan karena responden pada penelitian ini lebih banyak tidak meninggalkan lokasi penelitian sampai 1 hari penuh. Hasil penelitian ini sejalan dengan Sianipar (2009), dalam penelitian didapatkan frekuensi paparan seluruh responden bersifat homogen yaitu 365 hari/tahun. Frekuensi paparan yang diterima responden pada penelitian ini cukup tinggi karena 365 hari merupakan jumlah seluruh hari

dalam satu tahun.<sup>19</sup> Sedangkan berdasarkan nilai *default* yang digunakan oleh EPA untuk paparan pada orang yang menetap atau bermukim adalah 350 hari.<sup>20</sup> Hal tersebut dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan bagi responden yang disebabkan karena responden terus-menerus terpapar udara yang mengandung hidrogen sulfida. Sejalan dengan hasil penelitian Wardani (2012) yang menunjukkan semakin besar frekuensi responden dalam satu tahun terpapar pencemaran gas diudara maka semakin besar risiko kesehatan yang diterima.<sup>21</sup>

#### Durasi Paparan ( $Dt$ )

Durasi paparan yang dihitung terbagi menjadi dua yaitu *realtime* (lama paparan sebenarnya) dan *lifetime* (paparan seumur hidup 30 tahun). Lama paparan sebenarnya didapatkan dari wawancara secara langsung dengan responden dan lama paparan seumur hidup (30 tahun) didapatkan dari nilai *default* US EPA.<sup>20</sup> Hasil penelitian rata-rata durasi paparan responden telah tinggal selama 17 tahun. Menurut hasil penelitian lainnya, responden yang menghirup udara mengandung  $H_2S$  selama 15 tahun mempunyai peluang risiko 4 kali lebih besar untuk mengalami gangguan kesehatan dibandingkan dengan responden yang menghirup udara kurang dari 15 tahun.<sup>19</sup> Lama tinggal menunjukkan lama paparan responden terhadap risiko  $H_2S$ , semakin lama durasi paparan  $H_2S$  semakin besar pula kemungkinan responden mendapatkan besar risiko kesehatan.<sup>15</sup> Hasil penelitian menunjukkan responden dengan durasi paparan lebih lama memiliki besar risiko (RQ) yang lebih tinggi. Paparan yang terus menerus dari hidrogen sulfida dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Bagian tubuh yang paling mungkin berkontak dan berdampak adalah organ saluran pernafasan, mata, kulit, mulut dan saluran.<sup>22</sup> Paparan hidrogen sulfida dengan konsentrasi rendah dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan efek permanen seperti gangguan saluran pernafasan, sakit kepala, dan batuk kronis.<sup>23</sup>

#### Analisis Intake atau Asupan (Ink)

Hasil perhitungan nilai rata-rata *intake realtime* responden dilokasi penelitian adalah 0,00023 mg/kg/hari. Sedangkan rata-rata *intake lifetime* responden dilokasi penelitian adalah 0,00041 mg/kg/hari. Hasil perhitungan *intake realtime* masih dibawah nilai yang telah ditetapkan US-EPA yaitu 0,00028 mg/kg/hari. Hal ini berarti bahwa untuk paparan gas hidrogen sulfida terhadap responden di TPA Sukawinatan tidak menunjukkan adanya risiko kesehatan pada saat ini. Sedangkan hasil perhitungan *intake lifetime* melebihi nilai asupan atau *intake* yang telah ditetapkan. Hal ini karena *intake lifetime* menggunakan periode waktu rata-rata selama 30 tahun. Hal ini berarti paparan hidrogen sulfida terhadap responden akan menimbulkan risiko kesehatan pada 30 tahun yang akan datang. Hasil penelitian menunjukkan responden dengan nilai

asupan yang lebih tinggi memiliki besar risiko yang lebih tinggi pula. Hasil tersebut didukung oleh Perdana (2015), yang menyatakan pada dasarnya semakin besar nilai asupan paparan maka semakin besar responden memiliki risiko tidak aman.<sup>11</sup>

### Karakteristik Risiko (RQ)

Karakteristik risiko kesehatan merupakan nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan membagi nilai asupan dengan dosis respon iritan. Risiko kesehatan pada penelitian ini yang digunakan yaitu risiko non karsinogen. Hal ini karena gas hidrogen sulfida tidak memiliki implikasi terhadap kasus kanker sehingga efek yang akan digunakan dalam analisis adalah efek sistemik atau efek non karsinogenik.<sup>6</sup> Nilai RQ rata-rata yang didapatkan masih berada di bawah 1 ( $RQ < 1$ ) untuk  $H_2S$  yaitu 0,803 sehingga dapat dikatakan bahwa risiko yang diterima masyarakat sekitar TPA Sukawinatan pada saat ini masih dapat dikatakan aman. Hal ini disebabkan oleh rendahnya konsentrasi  $H_2S$  yang masih berada di bawah baku mutu. Namun, meskipun konsentrasi agen risiko ini masih berada di bawah baku mutu, tidak membebaskan seluruh populasi dari risiko gangguan kesehatan. Hal ini dapat dilihat dari masih ditemukannya nilai  $RQ > 1$  pada beberapa responden. Berdasarkan hasil perhitungan besar risiko pada penelitian ini terdapat 16 responden memiliki  $RQ > 1$  atau tidak aman. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi  $H_2S$  masih di bawah baku mutu, namun tingkat risiko tidak aman masih ditemukan pada beberapa responden. Karakteristik risiko kesehatan pada masa yang akan datang, dibuat jangka waktu hingga 30 tahun (*life time*) berdasarkan US-EPA.<sup>24</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada durasi paparan 30 tahun yang akan datang responden akan memiliki risiko nonkanker ( $RQ > 1$ ) dengan rata-rata 1,48. Hal ini menunjukkan bahwa akan terjadi risiko kesehatan non karsinogenik yang harus dihindari. Nilai  $RQ > 1$  ini menunjukkan bahwa asupan hidrogen sulfida ke dalam tubuh responden telah melewati batas dosis paparan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek kesehatan yang merugikan.

Perhitungan risiko kesehatan untuk analisis paparan gas Ammonia didapatkan nilai asupan non kanker proyeksi realtime paparan gas Ammonia sebesar 0,00023 mg/kg/hari, yang apabila dibandingkan dengan nilai konsentrasi referensi (RfC) sebesar 0,00196 mg/kg/hari maka didapatkan nilai *Risk Qoutient* (Risiko non kanker) untuk real time sebesar 0,090. Nilai RQ rata-rata baik pada konsentrasi minimum, maksimum, maupun rata-rata masih berada di bawah 1 ( $RQ < 1$ ) sehingga dapat dikatakan bahwa risiko yang diterima masyarakat sekitar TPA Sukawinatan pada saat ini masih dapat dikatakan aman. Hal ini disebabkan oleh rendahnya konsentrasi agen risiko yang masih berada di bawah baku mutu.

### Manajemen Risiko Prakiraan Risiko

Prakiraan besar risiko bertujuan untuk memproyeksi tingkat risiko yang diterima oleh responden pada beberapa tahun ke depan. Hasil prakiraan tingkat risiko ini, peneliti ingin melihat tingkat risiko yang diterima oleh masyarakat sekitar TPA Sukawinatan pada 5, 10, 15, 20, 25, 30 tahun ke depan. Hasil perhitungan prakiraan besar risiko untuk proyeksi durasi paparan  $H_2S$  tahun ke-5 didapatkan nilai  $RQ < 1$  yaitu 0,80 yang menunjukkan bahwa tingkat risiko yang diterima masyarakat sekitar TPA Sukawinatan pada konsentrasi 0,0016 mg/m<sup>3</sup> masih aman hingga 5 tahun ke depan. Sedangkan untuk proyeksi durasi paparan tahun ke-10, 15, 20, 25 dan 30 didapatkan nilai RQ yang menunjukkan adanya risiko kesehatan non karsinogenik ( $RQ > 1$ ). Besar risiko untuk setiap masa 5 tahun mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada prakiraan risiko kesehatan untuk responden masyarakat sekitar TPA Sukawinatan terjadi risiko kesehatan sampai paparan *lifetime* (30 tahun).

Prakiraan besar risiko untuk proyeksi durasi paparan  $NH_3$  tahun ke-5 didapatkan nilai  $RQ < 1$  yaitu 0,80 yang menunjukkan bahwa tingkat risiko yang diterima masyarakat sekitar TPA Sukawinatan pada konsentrasi 0,0064 mg/m<sup>3</sup> masih aman hingga 5 tahun ke depan. Besar risiko untuk setiap masa 5 tahun mengalami peningkatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada prakiraan risiko kesehatan untuk responden masyarakat sekitar TPA Sukawinatan terjadi risiko kesehatan sampai paparan *lifetime* (30 tahun).

### Strategi Pengelolaan Risiko

Prinsip Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) menyatakan bahwa pengelolaan risiko menjadi suatu keharusan apabila  $RQ > 1$ .<sup>13</sup> Agar nilai asupan (*intake*) sama dengan nilai RfC maka dapat dilakukan dengan cara menurunkan konsentrasi *risk agent* (C), waktu paparan (tE) dan frekuensi paparan (fE) hingga mendapatkan batas aman dari risiko gangguan kesehatan.<sup>25</sup> Batas aman konsentrasi  $H_2S$  dari penelitian ini adalah 0,002 mg/m<sup>3</sup>, sehingga harus dilakukan upaya pengelolaan dengan cara menambah ruang terbuka hijau di wilayah TPA Sukawinatan. Batas aman waktu paparan  $H_2S$  pada saat penelitian ini adalah 7,4 jam/hari dan batas aman frekuensi paparan  $H_2S$  adalah 115, 2 hari/tahun, sehingga masyarakat perlu melakukan aktivitas di luar kawasan TPA Sukawinatan untuk mengurangi waktu dan frekuensi paparan  $H_2S$  serta melakukan pemantauan kualitas udara secara berkala terkait  $H_2S$  dan mengubah sistem pengelolaan menjadi *sanitary landfill*.

### SIMPULAN

Konsentrasi  $H_2S$  di wilayah TPA Sukawinatan menunjukkan rata-rata konsentrasi  $H_2S$  sebesar 0,0016 mg/m<sup>3</sup> yang berarti masih dibawah nilai

ambang batas yang telah ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 tahun 1996 tentang baku tingkat kebauan H<sub>2</sub>S yaitu 0,028 mg/m<sup>3</sup>. Hasil perhitungan besar risiko untuk saat ini (realtime) terdapat 16 (32%) responden memiliki RQ>1 atau tidak aman. Sedangkan Konsentrasi ammonia di wilayah TPA Sukawinatan menunjukkan rata-rata sebesar 0,0291 mg/m<sup>3</sup> yang berarti masih dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 tahun 1996 tentang baku tingkat kebauan NH<sub>3</sub> yaitu 1,393 mg/m<sup>3</sup>. Hasil perhitungan besar risiko untuk saat ini (realtime) seluruh responden 50 (100%) responden memiliki RQ<1 atau aman.

Hal ini menunjukkan konsentrasi H<sub>2</sub>S yang didapatkan masih di bawah baku mutu, namun tingkat risiko tidak aman masih ditemukan pada 16 (32%) responden. Sebaiknya Dinas lingkungan hidup segera melakukan manajemen risiko untuk mengatasi keterpaparan masyarakat secara terus menerus antara lain meningkatkan pengawasan langsung secara berkala dan menyediakan alat pengelolaan sampah seperti *excavator* atau *buldozer* untuk memaksimalkan pengelolaan sampah.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Sudrajat. Mengelola Sampah Kota. Jakarta: Penabur Suwaday; 2006.
2. Harjanti WS, Hanani Y, Dewanti NAY. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Amonia (NH<sub>3</sub>) Pada Pemulung di TPA Jatibarang Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, 2016.
3. Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK). Pemerintah Kota Palembang. Rencanakan Penutupan TPA Sukawinatan. Jurnal Sumatera, Palembang; 2016. dari: <https://www.jurnalsumatra.com/2016/10/pemkot-palembang-rencanakan-penutupan-tpa-sukawinatan/>. [10 Februari 2018]
4. Keputusan Menteri Kesehatan RI No.829 tahun 1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan. Jakarta; 1999.
5. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebauan. Jakarta; 1996.
6. Rifa'i B, Hanani Y. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S) Pada Pemulung Akibat Timbulan Sampah Di TPA Jatibarang kota Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat, Juli 2016; 4(3): 692–701.
7. Haryoto, Setyono P, Masykuri M. Fate Gas Amoniak Terhadap Besarnya Resiko Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Putri Cempo Sukakarta. Jurnal EKOSAINS 2014; 6 (6).
8. Lakitan B. Dasar-Dasar Klimatologi. Cetakan Ke-2. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2002.
9. Verma SS, Desai B. Effect of Meteorological Conditions on Air Pollution of Surat City. J. Int. Environmental Application & Science, 2008; 3(5): 358-367.
10. Taufik D. Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat Sekitar Kawasan Industri Medan di Kecamatan Medan Labuhan. [Tesis]. Medan; Universitas Sumatera Utara, 2016.
11. Perdana C. Gambaran Asupan Amonia (NH<sub>3</sub>) Pada Masyarakat Dewasa di Kawasan Sekitar Pemukiman PT. Pusri Palembang. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta; 2015.
12. Rahmadani, Tualeka AR. Karakteristik Risiko Kesehatan Akibat Paparan Polutan Udara Pada Pekerja Sol Sepatu (Di Sekitar Jalan Raya Bubutan Kota Surabaya). Jurnal Kesehatan Lingkungan Juli 2016; 8(2): 164 -171.
13. Abrianto H. Analisis Risiko Pencemaran Debu Terhirup terhadap Siswa Selama Berada di SDN 1 Pondok Cina, Kota Depok. Skripsi. Depok; Universitas Indonesia, 2004.
14. Nukman A, Rahman A, Warouw S, Setiadi MI, Akib CR. Analisis dan Manajemen Risiko Kesehatan Pencemaran Udara: Studi Kasus Di Sembilan Kota Besar Padat Transportasi. Jurnal Ekologi Kesehatan, 2008; 4 (2): 270-289.
15. Widyastuti P, Ester M. Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan. Jakarta: Buku Kedokteran EGC, 2005.
16. Makarovsky I, Markel G, Dushnitsky T, Eisenkraft A. Ammonia-When Something Smells Wrong. IMAJ 2008, 10: 537-543.
17. Ramadhona M. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Amonia Pada Karyawan di Area Produksi Amonia PT.PUSRI Palembang. [Skripsi]. Universitas Sriwijaya, Palembang; 2014.
18. Hoppin JA, Jaramillo R, Salo P, Sandler. Questionnaire Predictors of Atopy in a US Population Sample: Findings from the National Health Nutrition Examination Survey, 2005-2006. Am J Epidemiolog 2011, 173;544-552.
19. Sianipar RH. Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida Pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan, [Tesis]. Medan; Universitas Sumatera Utara, 2009.
20. United State Environmental Protection Agency (US EPA). Human Health Risk Assessment Handbook. 2010. dari: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-12/documents/annual-report-2010.pdf>. [9 April 2018]
21. Wardani TK. Perbedaan Tingkat Risiko Kesehatan oleh Paparan PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>2</sub> pada Hari Kerja, Hari Libur dan Hari Bebas Kendaraan Bermotor di Bunderan HI Jakarta, [Skripsi]. Program Studi Kesehatan Lingkungan. Jakarta; Universitas Indonesia, 2012.

22. Rahmat A. Analisis Risiko Paparan NH<sub>3</sub> Dan H<sub>2</sub>S Terhadap Gangguan Pernapasan Pada Penduduk Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bukit Pinang Samarinda. Universitas Widya Gama, Samarinda; 2015.
23. Hutabarat IO. Analisis Dampak Gas Amoniak dan Klorin Pada Faal Paru Pekerja Pabrik Sarung Tangan Karet “X” Medan, [Skripsi]. Medan; Universitas Sumatera Utara, 2007.
24. ATDSR. Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. Atlanta, GA: U.S. Department of Public Health and Human Services. 2016. dari: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf>. [9 April 2018]
25. Junaidi. Analisis dan Manajemen Risiko Pencemaran Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) Udara Ambien pada Pedagang Kaki Lima di Terminal Bus Pasar Senen, Jakarta Pusat 2007. [Skripsi]. Depok: Universitas Indonesia, 2007.