

PENGARUH PAPARAN GAS METANA (CH₄), KARBON DIOKSIDA (CO₂) DAN HIDROGEN SULFIDA (H₂S) TERHADAP KELUHAN GANGGUAN PERNAPASAN PEMULUNG DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH KLOTOK KOTA KEDIRI

Ratih Andhika A.R, Yulia Lanti R.D dan Prabang Setyono
Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana UNS

Abstrak

Metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) sebagai gas dengan konsentrasi paling besar di TPA dan hidrogen sulfida (H₂S) sebagai penyumbang bau yang sangat menyengat dari proses bakteri atau kimia, akan berdampak langsung pada pemulung yang bekerja setiap hari di TPA. Apabila konsentrasi gas CH₄, CO₂ dan H₂S di TPA melebihi baku mutu dan terhirup oleh pemulung, maka akan menimbulkan keluhan gangguan pernapasan seperti batuk, nyeri dada, dan sesak napas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh paparan gas CH₄, CO₂ dan H₂S terhadap keluhan gangguan pernapasan pemulung di TPA Klotok Kota Kediri.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi yaitu 32 pemulung dengan menggunakan total sampling. Uji pengaruh paparan gas CH₄, CO₂ dan H₂S terhadap keluhan gangguan pernapasan menggunakan uji *Fisher*. Ukuran kekuatan hubungan antara variabel dependen dan independen menggunakan Rasio Odds (RO).

Konsentrasi gas CH₄ di zona aktif dan pasif pada pagi dan sore hari melebihi baku mutu dengan konsentrasi 0,11 %. Konsentrasi gas CO₂ pada semua zona dan waktu pengukuran tidak melebihi baku mutu dengan konsentrasi rata-rata 0,05 %. Konsentrasi gas H₂S di zona aktif (0,024 ppm) dan pasif (0,022 ppm) melebihi baku mutu yang telah ditentukan. Hasil uji *Fisher* menunjukkan ada pengaruh paparan gas CH₄ dan H₂S terhadap keluhan gangguan pernapasan dengan nilai *p value* masing-masing 0,015 dan 0,038 (*p* < 0,05), sedangkan paparan gas CO₂ tidak berpengaruh terhadap keluhan gangguan pernapasan. Nilai RO untuk CH₄ yaitu 0,101 dengan probabilitas menderita keluhan gangguan pernapasan sebesar 9,2 %. Sedangkan nilai RO untuk H₂S yaitu 0,137 dengan probabilitas menderita keluhan gangguan pernapasan sebesar 12%.

Kata kunci : CH₄, CO₂, H₂S, keluhan gangguan pernapasan, pemulung, TPA

Pendahuluan

Sampai sekarang ini masih banyak tempat pembuangan sampah yang kondisinya sangat memprihatinkan, salah satunya adalah tempat pembuangan sampah akhir Klotok di Kota Kediri yang menimbulkan pencemaran udara seperti bau tidak sedap yang cukup menyengat. Kepala Bidang Kebersihan, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Kediri menjelaskan memang belum pernah dilakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara di TPA Klotok. Komponen pencemar udara di TPA yang berupa gas dihasilkan melalui beberapa proses (ATSDR, 2001) yaitu bakteri pengurai, penguapan dan reaksi kimia.

Metana dan karbon dioksida adalah gas utama yang dihasilkan oleh pembusukan bakteri limbah di TPA. Metana (CH_4) dapat menimbulkan ledakan dan kebakaran pada TPA jika berada di udara dengan konsentrasi 5-15% (NIST, 2001). Menurut laporan Kementerian Negara Lingkungan Hidup tahun 2008 berjudul kontribusi sampah terhadap pemanasan global diperkirakan bahwa 1 ton sampah padat menghasilkan 50 kg gas metana. Konsentrasi gas metana yang tinggi akan mengurangi konsentrasi oksigen di atmosfer sehingga menyebabkan gejala kekurangan oksigen (PADEP, 2011). Jika kandungan oksigen di udara hingga di bawah 19,5 % akan mengakibatkan asfiksia atau hilangnya kesadaran makhluk hidup karena kekurangan asupan oksigen dalam tubuh. Berdasarkan hasil penelitian Lestari (2013) tentang penentuan konsentrasi gas metana di udara zona 4 TPA Sumur Batu Kota Bekasi menunjukkan bahwa konsentrasi gas metana rata-rata dari zona 4 sebesar $433.434,572 \text{ g/m}^3$. Hasil pengukuran tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan baku mutu Amerika yaitu sebesar 160 g/m^3 (Legislative Council, 1999).

Karbon dioksida (CO_2) yang terdiri dari 40 – 60 % dari gas di TPA berasal dari proses biodegradasi senyawa organik baik

secara aerobik maupun anaerobik. Karbon dioksida tidak berwarna dan tidak berbau sehingga tidak mudah dideteksi. CO_2 dapat menggantikan oksigen dalam sistem pernapasan dengan konsentrasi ambien sekitar 250 – 350 ppm. Nilai Ambang Batas CO_2 yaitu 5.000 ppm (0,5 %) yang merupakan paparan rata-rata untuk orang dewasa yang sehat selama waktu kerja 8 jam sehari (OSHA, 2012). Pada konsentrasi 3 % terjadi sesak napas dan sakit kepala atau mulai mengantuk. Konsentrasi di atas 5 % dapat membahayakan kehidupan (Fischer, 1999).

Selain CH_4 dan CO_2 sebagai gas dengan konsentrasi paling besar di TPA, terdapat juga bau yang sangat menyengat dari proses bakteri atau kimia yaitu hidrogen sulfida (H_2S). Pada umumnya manusia dapat mengenali bau H_2S ini dengan konsentrasi 0,0005 ppm sampai dengan 0,3 ppm. Gas H_2S dengan konsentrasi 500 ppm, dapat menimbulkan kematian, *edema pulmonary*, dan *asphyxiant*. H_2S digolongkan *asphyxiant* karena efek utamanya adalah melumpuhkan pusat pernapasan, sehingga kematian disebabkan oleh terhentinya pernapasan (Soemirat, 2009). Sianipar (2009) dalam penelitiannya tentang analisis risiko paparan hidrogen sulfida pada masyarakat sekitar TPA sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi hidrogen sulfida di TPA Terjun yaitu $0,0290 \text{ mg/m}^3$. Hasil tersebut telah melebihi baku tingkat kebauan yaitu $0,02 \text{ mg/m}^3$ (KepMenLH, 1996). Selain itu, responden yang terpapar H_2S melebihi kadar maksimal mempunyai peluang 11,67 kali memiliki risiko akan mengalami gangguan kesehatan dibandingkan dengan responden terpapar H_2S yang tidak melebihi kadar maksimal (Sianipar, 2009).

Pemulung adalah orang yang bekerja mengambil barang-barang bekas atau sampah tertentu untuk proses daur ulang. Dilihat dari sudut pandang kesehatan, paparan gas metana, karbon dioksida

dan hidrogen sulfida di atas berdampak langsung pada pemulung (khususnya pada sistem pernapasan) yang setiap hari berada di TPA dan pekerjaan seorang pemulung memiliki risiko yang sangat tinggi untuk tertularnya penyakit karena pemulung bekerja di lingkungan yang tidak kondusif (Herlinda, 2010). Keluhan utama yang muncul pada gangguan sistem pernapasan adalah batuk, sesak napas dan nyeri dada. Batuk merupakan gejala utama pada penyakit sistem pernapasan. Sesak napas (*dispnea*) merupakan suatu persepsi terhadap kesulitan untuk bernapas atau napas pendek. Nyeri dada adalah salah satu keluhan rasa tidak nyaman yang merupakan gejala suatu penyakit yang berhubungan dengan jantung dan paru-paru (Somantri, 2009).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di TPA Klotok Kota Kediri pada bulan Mei – Juni 2014 dengan menggunakan jenis penelitian observasional analitik dan rancangan penelitian *cross sectional*.

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari populasi subjek yaitu 32 orang pemulung yang bekerja di TPA Klotok Kota Kediri dengan menggunakan *total sampling* (sampel yang digunakan adalah total populasi) dan populasi objek yaitu udara ambien yang ada di tempat pembuangan akhir sampah dan di luar tempat pembuangan akhir sampah yang dijadikan sebagai titik kontrol dengan jarak ± 300 m dari TPA. Sampel udara yang akan diambil terdiri dari zona A (zona aktif), zona B (zona pasif), zona C (tempat istirahat pemulung dengan jarak ± 15 m dari timbunan sampah), dan zona D (jauh dari TPA dengan jarak ± 300 m dari TPA (pemukiman penduduk)). Masing-masing zona terdiri dari 3 titik pengukuran yang mewakili zona pengukuran.

Pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh dari data primer meliputi

data hasil observasi melalui pengukuran langsung gas CH_4 , CO_2 , dan H_2S di TPA Klotok dan data hasil wawancara melalui kuesioner meliputi biodata (karakteristik responden), riwayat kesehatan, dan keluhan gangguan pernapasan serta data sekunder meliputi data tentang pemulung dan TPA Klotok dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Kediri.

Pengukuran parameter pencemar udara terdiri dari pengambilan sampel gas CH_4 dan CO_2 dilakukan oleh peneliti dan dianalisis oleh BALINGTAN Pati yang ahli dalam bidangnya. Analisis sampel gas CH_4 menggunakan Gas Chromatography dengan detektor *Flame Ionization Detector* (FID). Analisis sampel gas CO_2 menggunakan Gas Chromatography dengan detektor *Thermal Conductivity Detector* (TCD). Selanjutnya dilakukan pengukuran H_2S (SNI 19-7117.7-2005) dengan metode biru metilen menggunakan spektrofotometer. Pengukuran keluhan gangguan pernapasan dilakukan dengan wawancara langsung menggunakan kuesioner.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 16.0 meliputi analisis univariat dan bivariat (menggunakan uji *Fisher* dan *Rasio Odds* (RO)).

Hasil Penelitian dan Pembahasan

TPA Klotok dibangun pada tahun 1992, terletak di Kelurahan Pojok, Kecamatan Mojojoto, Kota Kediri tepatnya di daerah Gunung Klotok. Pengolahan sampah di Kota Kediri dikelola oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Kediri. Luas TPA Klotok yaitu 2,5 ha dengan kapasitas untuk menampung sampah sebesar 576,35 m³. TPA Klotok sekarang berusia 22 tahun dan telah menampung 1,38 juta m³ sampah (melebihi kapasitas daya tampung) sehingga kondisinya sudah *overload*. Di beberapa zona, ketinggian timbunan sampah sudah cukup tinggi sekitar 20 meter dan juga rawan longsor. Pagar pembatas TPA sudah tidak mampu menam-

pung timbunan sampah tersebut. Air lindi atau air rembesan sampah langsung dialirkan ke sungai yang ada di sebelah barat daya TPA menggunakan pipa berukuran besar tanpa melalui proses pengolahan.

Berdasarkan SNI 19-3964-1994, Kota Kediri masuk dalam kota sedang dengan rata-rata timbunan sampah adalah 0,75 kg/orang/hari. Apabila dilakukan proyeksi timbunan sampah pada tahun 2014 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah penduduk} \times \text{timbunan sampah} \\ &= 323.193 \text{ jiwa} \times 0,75 \text{ kg/orang/hari} \\ &= 242394,75 \text{ kg/hari} \\ &= 242,4 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, perkiraan timbunan sampah di TPA Klotok Kota Kediri tahun 2012 – 2016 yaitu :

raspal dan tidak banyak belokan.

3. Sudah tercakup dalam perencanaan tata ruang kota dan daerah

TPA Klotok sudah tercakup dalam rencana tata ruang wilayah kota Kediri yaitu pada peraturan daerah Kota Kediri No. 1 Tahun 2012.

4. Aman terhadap lingkungan sekitarnya

Lingkungan sekitar TPA Klotok yaitu krematorium dan pemukiman penduduk. Walaupun jarak antara TPA Klotok dengan pemukiman penduduk agak jauh sekitar 100 m lebih namun banyak dampak yang diakibatkan oleh TPA Klotok yang dapat mengganggu kesehatan penduduk sekitar.

5. Lokasi/jenis tanah kedap air

TPA Klotok mempunyai jenis ta-

Tabel 1. Perkiraan timbunan sampah

No.	Tahun	Timbunan sampah	
		kg/hari	ton/hari
1.	2012	234.639,75	234,6
2.	2013	238.485,75	238,5
3.	2014	242.394,75	242,4
4.	2015	246.367,50	246,4
5.	2016	250.405,50	250,4

Berdasarkan SK SNI T-11-1991-03 tentang persyaratan umum tempat pembuangan sampah yaitu :

1. Ekonomis dan dapat menampung sampah yang ditargetkan

TPA Klotok memang termasuk ekonomis karena bermanfaat bagi pemulung, namun TPA Klotok tidak dapat menampung sampah yang ditargetkan sehingga memerlukan tempat baru agar sampah di Kota Kediri dapat tertampung keseluruhan.

2. Mudah dicapai oleh kendaraan-kendaraan pengangkut sampah

Jalan menuju TPA Klotok dapat dicapai oleh kendaraan pengangkut sampah dengan mudah karena walaupun jalan tidak terlalu lebar namun sudah be-

nah alluvial cokelat kelabu yang mempunyai sifat adsorpsi tinggi sehingga tidak kedap air. Jika hujan, air akan merembes dan mengalir ke sungai di sebelah barat daya TPA.

6. Daerah yang tidak produktif untuk pertanian

Wilayah di sekitar TPA Klotok adalah daerah krematorium sehingga tidak produktif sebagai lahan pertanian.

7. Dapat dipakai minimal 5 – 10 tahun

Usia TPA Klotok sampai tahun 2014 yaitu 22 tahun.

8. Tidak membahayakan atau mencemarkan sumber air

Air lindi atau air rembesan sampah langsung dialirkan ke sungai yang ada di sebelah barat daya TPA menggunakan pipa

berukuran besar tanpa melalui proses pengolahan. Hal ini menimbulkan pencemaran air sungai dan berpotensi mencemari air sumur warga karena TPA Klotok terletak dekat dengan pemukiman.

9. Jarak dari daerah pusat pelayanan maksimal 10 km

Jarak TPA Klotok dan DKP Kota Kediri sekitar 8 km sehingga masih memenuhi syarat.

10. Daerah bebas banjir

TPA Klotok terletak di daerah Gunung Klotok yang merupakan perbukitan sehingga bebas dari banjir.

Analisis Univariat

Tabel 2. Distribusi karakteristik pemulung

Variabel		n	%
Umur	< 45 th	24	75
	> 45 th	8	25
Jenis kelamin	L	23	71,9
	P	9	28,1
Masa kerja	1-10 th	22	68,7
	>10 th	10	31,2
Lama paparan	8 jam/hr	22	68,7
	9 jam/hr	10	31,2
Status gizi	Normal	25	78,1
	Gemuk	7	21,9
Kebiasaan merokok	Tidak	13	40,6
	Ya	19	59,4
Kebiasaan memakai Alat Pelindung Diri (APD)	Ya	19	59,4
	Tidak	13	40,6

Sumber : Data primer, 2014

Tabel 3. Hasil pengukuran gas CH_4

Zona	Titik	CH_4				B a k u mutu (%)
		Pagi		Sore		
		%	Rata-rata	%	Rata-rata	
Aktif	1	0,12	0,11	1228,4	0,11	0,1
	2	0,09		953,86		
	3	0,11		1072,6		
Pasif	1	0,09	0,11	1031,9	0,11	0,1
	2	0,12		1165,1		
	3	0,11		1115,9		
Istirahat pemulung	1	0,1	0,09	989,75	0,09	0,1
	2	0,1		859,14		
	3	0,07		855,44		
Kontrol	1	0,04	0,05	686,72	0,06	0,1
	2	0,06		600,51		
	3	0,05		456,58		

Sumber : Data primer, 2014

Tabel 4. Hasil pengukuran gas CO₂

Zona	Titik	CO ₂		Sore		Baku mutu (%)
		Pagi (%)	Rata-rata	%	Rata-rata	
Aktif	1	0,0483	0,05	472	0,05	0,5
	2	0,0485		500,5		
	3	0,0488		473,1		
Pasif	1	0,0468	0,05	463,9	0,05	0,5
	2	0,0465		459,8		
	3	0,0502		470,8		
Istirahat pemulung	1	0,0487	0,05	452,7	0,05	0,5
	2	0,0477		457,9		
	3	0,0484		472		
Kontrol	1	0,047	0,05	447,2	0,04	0,5
	2	0,0464		449,4		
	3	0,0466		453		

Sumber : Data primer, 2014

Tabel 5. Hasil pengukuran gas H₂S

No.	Zona	Titik	H ₂ S (ppm)	Rata-rata	Baku mutu (ppm)
1	Aktif	1	0,02945	0,024	0,02
		2	0,02432		
		3	0,01943		
2	Pasif	1	0,02092	0,022	0,02
		2	0,02405		
		3	0,01954		
3	Istirahat pemulung	1	0,02132	0,019	0,02
		2	0,01891		
		3	0,01803		
4	± 300 m dari TPA	1	0,01363	0,013	0,02
		2	0,01128		
		3	0,01535		

Sumber : Data primer, 2014

Tabel 6. Distribusi keluhan gangguan pernapasan

Keluhan gangguan pernapasan	Jumlah (n)	Persentase (%)
Ya	19	59,4
Tidak	13	40,6
Total	32	100

Sumber : Data primer, 2014

Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa pemulung yang mengalami keluhan gangguan pernapasan (59,4%) lebih banyak daripada pemulung yang tidak mengalami keluhan gangguan pernapasan (40,6%).

Pemulung di TPA Klotok ternyata ada yang tidak merasakan keluhan gangguan pernapasan sama sekali (13 orang). Hal ini dimungkinkan karena mereka sudah mengalami adaptasi (penyesuaian diri dengan kondisi lingkungan). Adaptasi da-

pat terjadi dengan beberapa cara, salah satunya yaitu melalui proses fisiologis (Soemarwoto, 2004).

Pemulung yang bekerja setiap hari di TPA Klotok, kekebalan terhadap infeksi saluran pernapasan atas (keluhan gangguan pernapasan) akan berkembang dengan sendirinya dalam tubuh pemulung, sehingga mereka tidak merasakan keluhan gangguan pernapasan seperti batuk, nyeri dada dan sesak nafas. Namun beberapa

pemulung yang tidak merasakan keluhan gangguan pernapasan sama sekali tersebut menyatakan bahwa pada awal bekerja sebagai pemulung, mereka memang mengalami keluhan gangguan pernapasan (batuk, nyeri dada, sesak nafas) dengan keluhan paling sering yaitu batuk dengan rasa mual yang sangat. Bau yang berasal dari proses dekomposisi sampah di TPA Klotok merupakan penyebab rasa mual yang dialami pemulung.

Analisis Bivariat

Tabel 7. Hasil uji Fisher berbagai parameter terhadap keluhan gangguan pernapasan

Variabel	<i>p</i>	Keterangan
Umur	0,101	Tidak ada hubungan
Jenis kelamin	0,004	Ada hubungan
Masa kerja	0,024	Ada hubungan
Lama paparan	0,699	Tidak ada hubungan
Status gizi	0,195	Tidak ada hubungan
Kebiasaan merokok	1,000	Tidak ada hubungan
Kebiasaan memakai Alat Pelindung Diri (APD)	0,071	Tidak ada hubungan

Sumber : Hasil Uji SPSS, 2014

Berdasarkan tabel 7, diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Tidak ada hubungan yang signifikan antara umur dan keluhan gangguan pernapasan.
2. Ada hubungan antara jenis kelamin dan keluhan gangguan pernapasan. Jenis kelamin akan mempengaruhi kapasitas paru-parunya, karena secara anatomi sudah berbeda. Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita kira-kira 20 sampai 25 persen lebih kecil dibandingkan pria (Guyton dan Hall, 2008). Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh bahwa semua pemulung wanita mengalami keluhan gangguan pernapasan, berbeda dengan laki-laki, hanya beberapa diantara mereka yang mengalami keluhan gangguan pernapasan.
3. Ada hubungan antara masa kerja dan keluhan gangguan pernapasan. Menurut Morgan dan Parkes dalam Budiono (2007), waktu yang dibutuhkan seseorang yang

terpapar kontaminan pencemar udara untuk terjadinya gangguan fungsi paru yaitu kurang lebih 10 tahun. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh yang menyebutkan bahwa pemulung dengan masa kerja > 10 tahun sebagian besar mengalami keluhan gangguan pernapasan.

4. Tidak ada hubungan antara lama paparan dan keluhan gangguan pernapasan. Menurut Horrington dan Gill (2005), lama bekerja adalah durasi waktu untuk melakukan suatu kegiatan/pekerjaan setiap harinya

yang dinyatakan dalam satuan jam. Lama seseorang bekerja dengan baik dalam sehari pada umumnya 8 jam.

5. Tidak ada hubungan antara status gizi dan keluhan gangguan pernapasan. Status gizi mempengaruhi kapasitas paru, orang kurus tinggi biasanya kapasitas vital paksanya lebih besar dari orang gemuk pendek. Salah satu akibat kekurangan zat gizi dapat menurunkan sistem imunitas dan antibodi sehingga orang mudah terserang infeksi seperti pilek, batuk, diare dan juga berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu organik ataupun gas yang masuk dalam tubuh (Almaitser, 2002).
6. Tidak ada hubungan antara kebiasaan merokok dan keluhan gangguan pernapasan. Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur, fungsi saluran napas dan jaringan paru-paru. Akibat perubahan anatomi saluran napas pada perokok akan

timbul perubahan pada fungsi paru dengan segala macam gejala klinisnya (Fontham, *et al.*, 1994 dalam Yulaekah, 2007).

7. Tidak ada hubungan antara kebiasaan memakai APD dan keluhan gangguan pernapasan. APD dalam hal ini adalah masker sebagai pelindung saluran pernapasan, selain itu APD yang biasa digunakan pemulung saat bekerja adalah sepatu *boot*, sarung tangan, dan topi. Namun, ada juga beberapa pemulung yang tidak menggunakan APD secara lengkap dengan alasan APD tersebut tidak nyaman saat dipakai.

paparan gas H_2S yang melebihi NAB untuk menderita keluhan gangguan pernapasan adalah sebesar 12 %. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Listautin (2012) yang menyebutkan bahwa ada hubungan zat kimia hidrogen sulfida dengan keluhan kesehatan dengan nilai $p = 0,014$ ($p < 0,05$). Hasil penelitian Sianipar (2009) juga menyebutkan bahwa rata-rata konsentrasi gas H_2S di TPA Terjun melebihi baku mutu yaitu $0,029 \text{ mg/m}^3$ dan responden yang terpapar udara mengandung gas H_2S melebihi kadar maksimal mempunyai peluang

Tabel 8. Hasil uji Fisher gas CH_4 , CO_2 dan H_2S terhadap keluhan gangguan pernapasan

Variabel	p	Keterangan	RO	Probabilitas
CH_4	0,015	Ada pengaruh	0,101	9,2 %
CO_2	-	-	-	-
H_2S	0,038	Ada pengaruh	0,137	12 %

Sumber : Hasil Uji SPSS, 2014

Berdasarkan tabel 8, diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Ada pengaruh paparan gas CH_4 terhadap keluhan gangguan pernapasan dengan nilai RO 0,101 dan probabilitas pemulung pada paparan gas CH_4 yang melebihi NAB untuk menderita keluhan gangguan pernapasan adalah sebesar 9,2 %. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Lestari (2013) yang menyebutkan konsentrasi rata-rata gas CH_4 di zona 4 TPA Sumur Batu Kota Bekasi sebesar $433.434, 235 \mu\text{g/m}^3$ lebih besar dari baku mutu yang telah ditentukan. Zona 4 TPA Sumur Batu Kota Bekasi berpotensi sebagai salah satu sumber penghasil gas rumah kaca penyebab pemanasan global.
2. Konsentrasi gas CO_2 semuanya tidak melebihi NAB dengan konsentrasi rata-rata yaitu 0,05 %. Hal ini berarti tidak ada pengaruh paparan gas CO_2 terhadap keluhan gangguan pernapasan.
3. Ada pengaruh paparan gas H_2S terhadap keluhan gangguan pernapasan dengan nilai RO 0,137 dan probabilitas pemulung pada

11,667 kali memiliki resiko akan mengalami gangguan kesehatan akibat menghirup gas H_2S dibandingkan dengan responden yang tidak melebihi kadar maksimal.

Sampah yang dibuang begitu saja ternyata juga berkontribusi dalam mempercepat pemanasan global karena sampah menghasilkan gas metana (CH_4). Rata-rata tiap satu ton sampah padat menghasilkan 50 kg gas metana. Berdasarkan SNI 19-3964-1994, timbulan sampah di TPA Klotok Kota Kediri pada tahun 2014 yaitu 242,4 ton/hari. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 2014 gas metana yang dihasilkan dari TPA Klotok yaitu sebesar 12.120 kg.

Gas metana itu sendiri mempunyai kekuatan merusak hingga 20 – 30 kali lebih besar daripada CO_2 . Gas metana berada di atmosfer dalam jangka waktu sekitar 7 – 10 tahun dan dapat meningkatkan suhu sekitar $1,3^\circ$ Celsius per tahun (Norma, 2012).

Keberadaan dan pergerakan gas metana sangat berbahaya pada TPA yang

tidak dilengkapi dengan fasilitas pengelolaan gas. Hal ini disebabkan konsentrasi minimal gas metana sebesar 5-15 % dapat mengakibatkan bahaya ledakan dan kebakaran bila bercampur dengan udara atau peledakan saat terkena sambaran petir (US-EPA, 2010a). Menurut Firman L. S., seorang pakar persampahan dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menjelaskan bahwa ledakan di TPA terjadi karena gas metana yang dihasilkan sampah bereaksi dengan udara. Tumpukan berton-ton sampah tersebut tidak memiliki saluran ventilasi sehingga terjebak dan volumenya terus meningkat seiring dengan bertambahnya sampah. Ketika timbunan gas dalam volume besar ini bersentuhan dengan udara, terjadilah pijar api yang disertai ledakan (Salman, 2010). Selain itu, kemungkinan terjadinya longsor sangat besar karena timbunan sampah yang tinggi. Kejadian longsornya sampah di TPA pernah terjadi di TPA Leuwigajah, Cimahi, Jawa Barat pada 21 Februari 2005. Sebanyak 143 orang tewas seketika, 137 rumah serta 8,4 hektar kebun dan lahan pertanian warga tertimbun longsoran sampah. Survei yang dilakukan sebelum terjadi longsor oleh Enri Damanhuri, pakar lingkungan dari Institut Teknologi Bandung (ITB) menunjukkan konsentrasi gas metana di TPA Leuwigajah sangat kritis yaitu mencapai 10 hingga 12 persen. Terjadinya ledakan yang sangat keras tersebut yang membuat tumpukan sampah longsor (Salman, 2010).

Akibat lain dari tumpukan sampah di TPA yaitu menimbulkan bau yang sangat menyengat (bau telur busuk) yang berasal dari gas hidrogen sulfida (H_2S). Manusia sangat sensitif terhadap bau hidrogen sulfida dan bisa mencium bau tersebut pada konsentrasi serendah 0,5 sampai 1 ppm. Menurut informasi yang dikumpulkan oleh *Connecticut Department of Public Health*, konsentrasi hidrogen sulfida di udara ambien sekitar TPA \pm 15 ppm (CTDPH, 1997).

Gas H_2S dengan konsentrasi 500 ppm, dapat menimbulkan kematian, *edema pulmonary*, dan *asphyxiant*. H_2S digolongkan *asphyxiant* karena efek utamanya adalah melumpuhkan pusat pernapasan, sehingga kematian disebabkan oleh terhentinya pernapasan (Soemirat, 2009).

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah seharusnya merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap akhir dalam pengelolaan dan dilakukan proses isolasi sampah secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitar, sehingga diperlukan penyediaan fasilitas dan pengelolaan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai. Namun, selama ini masih banyak persepsi keliru tentang TPA yang sering dianggap hanya sebagai tempat pembuangan sampah. Hal ini menyebabkan banyak pemerintah daerah merasa sayang untuk mengalokasikan pendanaan bagi penyediaan fasilitas di TPA yang dirasakan kurang diprioritaskan dibandingkan dengan penggunaan sektor lainnya.

Pengelolaan dan fasilitas di TPA Klotok juga kurang maksimal sehingga dapat menimbulkan berbagai dampak baik bagi lingkungan hidup maupun kesehatan masyarakat, diantaranya yaitu :

1. TPA Klotok kurang aman untuk lingkungan sekitarnya karena lokasi TPA Klotok dekat dengan pemukiman sehingga kemungkinan untuk menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat cukup besar.
2. TPA Klotok mempunyai jenis tanah tidak kedap air sehingga jika hujan, air akan merembes dan mengalir ke sungai dekat dengan TPA, begitu pula dengan air lindi (air rembesan sampah).
3. TPA Klotok berpotensi mencemari sungai dan sumur warga karena air lindi dialirkan ke sungai melalui pipa tanpa proses pengolahan.
4. Dalam praktiknya TPA Klotok menerapkan sistem *open dumping* yang mengakibatkan potensi pencemaran lingkungan akan semakin besar seperti perkembangan

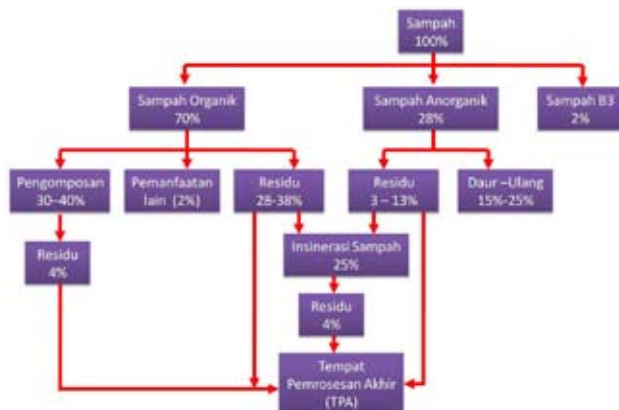
vektor penyakit, polusi udara oleh bau dan gas yang dihasilkan, polusi air akibat banyaknya lindi yang timbul dan estetika lingkungan yang buruk karena pemandangan yang kotor.

Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut, sudah saatnya pemerintah Kota Kediri mau merubah pola pikir yang lebih ramah lingkungan. Konsep pengelolaan sampah yang terpadu sudah waktunya diterapkan, yaitu dengan meminimasi sampah serta maksimalkan kegiatan daur ulang dan pengomposan disertai dengan TPA yang ramah lingkungan. Prinsip-prinsip pengelolaan sampah (paradigma baru) menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 adalah menerapkan strategi *Reduce – Reuse – Recycle* (3R).

gen sulfida (H_2S) di TPA Klotok Kediri melebihi baku mutu, sedangkan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) di TPA Klotok tidak melebihi baku mutu.

2. a. Ada pengaruh paparan gas metana (CH_4) terhadap keluhan gangguan pernapasan pemulung di TPA Klotok Kota Kediri dengan nilai p value = 0,015 dan probabilitas pemulung pada paparan gas CH_4 yang melebihi NAB untuk menderita keluhan gangguan pernapasan adalah sebesar 9,2 %.

b. Ada pengaruh paparan gas hidrogen sulfida (H_2S) terhadap keluhan gangguan pernapasan pemulung di TPA Klotok Kota Kediri dengan nilai p value = 0,038 dan probabilitas pemulung pada paparan gas H_2S yang melebihi NAB untuk menderita



Gambar 1. Potensi 3R dalam pengelolaan sampah

Keberhasilan penerapan paradigma baru ini dapat tercapai tentu melalui koordinasi yang baik dengan instansi terkait seperti Dinas Pertamanan, Dinas Pasar, Bapedalda (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah), Kelurahan, dan sebagainya. Masyarakat tentu saja harus terlibat aktif, misalnya dalam kegiatan pemilahan dan pengumpulan sampah.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi gas metana (CH_4) dan hidro-

keluhan gangguan pernapasan adalah sebesar 12 %.

c. Tidak ada pengaruh paparan gas karbon dioksida (CO_2) terhadap keluhan gangguan pernapasan pemulung di TPA Klotok Kota Kediri.

Saran yang dapat diberikan yaitu mengoptimalkan sistem *control landfill* dalam pengelolaan TPA Klotok sebelum TPA baru dengan sistem *sanitary landfill* siap digunakan, dilakukan upaya pengolahan air lindi agar tidak lagi mencemari sungai di dekat TPA, menentukan model pengelolaan sampah yang lebih efektif dan ramah

lingkungan serta menerapkannya untuk pengelolaan TPA Klotok dan menggunakan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian ini untuk diinformasikan kepada pemulung maupun masyarakat yang tinggal di sekitar TPA Klotok.

Daftar Pustaka

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2001. *Landfill Gas Basics*. U.S. Department of Health and Human Services. Georgia.
- Almatsier, S. 2002. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Budiono, I. 2007. Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengecatan Mobil. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Connecticut Department of Public Health (CTDPH). 1997. *Fact Sheet: Municipal Solid Water Landfill Gases and Reproductive Health and the Danbury Landfill*. Environmental & Occupational Health Assessment Program. Hartford.
- Fischer, C. 1999. *Gas Emission from Landfills*. AFR-REPORT 264. Swedish Environmental Protection Agency. Sweden.
- Guyton, A.C. dan J.E. Hall. 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 11. EGC. Jakarta.
- Herlinda. 2010. Persepsi Pemulung terhadap Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja Dikaitkan dengan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) Tegalliga, Bandung, 2010. *Tesis*. Universitas Indonesia. Depok.
- Horrington, J.M dan F.S. Gill. 2005. *Kesehatan Kerja*. EGC. Jakarta.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2008. *Kontribusi Sampah terhadap Pemanasan Global*. Deputi Urusan
- Pengendalian Pencemaran, Asisten Deputi Urusan Limbah Domestik dan Usaha Kecil. Jakarta Timur.
- KepMenLH No. 50 Tahun 1996. *Baku Tingkat Kebauan*. 25 Nopember 2006. KEMENLH. Jakarta.
- Legislative Council. 1999. *Natural Resources & Environmental Control Delaware Administrative Code: Ambient Air Quality Standards*. USA: Air Quality Management Section, Office of The Register of Regulation, State of Delaware.
- Lestari, L.I. 2013. *Penentuan Konsentrasi Gas Metana di Udara Zona 4 TPA Sumur Batu Kota Bekasi*. Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITENAS. Bandung.
- Listautin. 2012. Pengaruh Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir Sampah, *Personal Hygiene* dan Indeks Massa Tubuh (IMT) terhadap Keluhan Kesehatan pada Pemulung di Kelurahan Terjun Kecamatan Medan Marelan. *Tesis*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, USU. Medan.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). 2001. *Methane*. Material Measurement Laboratory. U.S Secretary of Commerce on Behalf of the United State of America. <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>.
- Norma, R. 2012. *Mengurangi Sampah Bagian dari Investasi*. <http://green.kompasiana.com/polusi/2012/03/21/mengurangi-sampah-bagian-dari-investasi/>. 1 Agustus 2014.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 2012. *Chemical Sampling Information: Carbon Dioxide*. U.S Department of Labor. Washington, DC. https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_225400.html. 17 April

- 2014.
- Pennsylvania Department of Environmental Protection (PADEP). 2011. *Environmental Health Fact Sheet-Methane*. Division of Environmental Health Epidemiology. Harrisburg, Pennsylvania. http://www.depweb.state.pa.us/portal/server.pt/community/dep_home/5968. 27 April 2014.
- Salman, A.F. 2010. *Longsor Sampah di TPA Leuwigajah : Tragedi Kedua Terbesar di Dunia*. <http://www.koran-jakarta.com/>. 1 Agustus 2014.
- Sianipar, R.H. 2009. Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- SK SNI T-11-1991-03. *Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 19-3964-1994. *Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 19-7117.7-2005. *Emisi gas buang-Sumber tidak bergerak-Bagian 7: Cara uji kadar hidrogen sulfida (H_2S) dengan metoda biru metilen menggunakan spektrofotometer*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Soemarwoto, Otto. 2004. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Soemirat. 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Somantri, I. 2009. *Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Gangguan sistem Pernafasan*. Edisi Kedua. Penerbit Salemba Medika. Jakarta.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 18 tahun 2008. *Pengelolaan Sampah*. 7 Mei 2008. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- United State Environmental Protection Agency (US-EPA). 2010a. *Global Methane Initiative*. United States Environmental Protection Agency. Washington
- Yulaekah, S. 2007. Paparan Debu Terhirup dan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Industri Batu Kapur. *Tesis*. Program Pascasarjana, UNDIP. Semarang.