

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN LOGAM BERAT (Pb, Cd, As) PADA DEBU DI KECAMATAN SLUKE KABUPATEN REMBANG

Karunia Dwi H P S, Onny Setiani, Yusniar Hanani D
Bagian Kesehatan lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
E-mail: dwikarunia99@gmail.com

Abstract : SPM (Suspended Particulate Matter) is a type of particulate that is very small and can cause various diseases. If inhaled can penetrate into the lower respiratory tract and can pass through the bloodstream. This study aimed to analysed environmental health risks due to SPM in district of Sluke. This study used an analytical research design with an environmental health risk analysis approach. The results of this study indicated that the concentrations of the SPM is not exceeded the quality standards set in PP No. 41 of 1999 concerning Air Pollution Control. The results test of the metal content of SPM using ICP-MS, founded 3 metal elements in the dust, namely arsenic (As), lead (Pb), and cadmium (Cd). The results of the calculation of non-carcinogenic risk characteristics of SPM have not been dangerous for exposure through inhalation pathways due to the value of RQ < 1. The calculation results of carcinogenic risk characteristics have not been dangerous for exposure through inhalation pathways because the ECR value is 10^{-4}. From this study it can be concluded that the concentration value of SPM does not exceed the established quality standards, and still does not endangered the people lived in Sluke district for the next 30 years for exposure through inhalation.

Keywords : EHRA, SPM, ICP-MS

PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu penyebab tingginya kasus kematian akibat penyakit pernafasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap tahun di seluruh dunia, tiga juta orang meninggal akibat pencemaran udara. Sebagian besar kasus terjadi di Asia dimana kematian disebabkan oleh penyakit akibat pencemaran partikel, selain itu, para ilmuwan mengestimasi bahwa pada tahun 2050 pencemaran udara dapat menyebabkan kematian 6 juta orang per tahun dan jumlah fatalitas di Asia mencapai 4 juta orang apabila tidak dilakukan pencegahan.¹

SPM merupakan jenis partikulat yang berukuran sangat kecil dan dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit. Apabila terhirup dapat berpenetrasi ke dalam saluran pernafasan bawah serta dapat melewati aliran darah.² Di dalam tubuh, partikulat dapat mengendap ke dalam saluran pernafasan melalui beberapa mekanisme fisik seperti pengendapan, difusi, impaksi, intersepsi dan elektronik presipitasi.³

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, masyarakat mengeluhkan tentang banyaknya debu yang ada di lingkungan sekitar dan sering

masuk ke dalam rumah warga, debu tersebut diduga berasal dari PLTU karena debu tersebut berwarna hitam, selain itu masyarakat juga mengeluhkan seringnya batuk-batuk, dan gatal-gatal di kulit.

Berdasarkan data yang didapatkan dari Puskesmas Sluke, pada tahun 2013 terdapat 203 angka kejadian ISPA di Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang dan angka tersebut selalu mengalami kenaikan tiap tahunnya hingga tahun 2017 menjadi 353. Kejadian penyakit ISPA di Kecamatan Sluke selalu masuk dalam 10 besar penyakit menular di Puskesmas Sluke, Kabupaten Rembang.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas peneliti ingin melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan akibat paparan debu melalui inhalasi pada masyarakat yang tinggal di Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan menggunakan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan yang terdiri dari identifikasi bahaya, analisis paparan, analisis dosis respon, dan penilaian karakteristik risiko. Penelitian ini dilaksanakan di 2 desa di Kecamatan Sluke yaitu Desa Trahan (Desa 1) dan Desa Sanetan (Desa 2). Sampel objek penelitian ini adalah yaitu konsentrasi debu di udara ambien desa 1 dan 2, sedangkan sampel subjek penelitian ini yaitu masyarakat yang tinggal di desa 1 dan 2 sebanyak 90 orang yang

didapatkan berdasarkan perhitungan rumus slovin.

Data primer dalam penelitian ini didapat melalui hasil pengisian kuesioner, pengambilan sampel debu menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode gravimetri yang dilakukan berpedoman pada SNI 19.7119.3-2005.⁴ Pengujian unsur logam dalam debu menggunakan alat ICP-MS (*Inductively coupled plasma-mass spectrometry*).⁵

Variabel dalam penelitian ini antara lain *intake* SPM pada masyarakat, laju inhalasi, berat badan, lama pajanan, durasi pajanan dan konsentrasi debu. Analisis data univariat menggunakan tabel distribusi frekuensi, sedangkan analisis risiko kesehatan lingkungan digunakan untuk mengetahui apakah ada risiko kesehatan akibat paparan SPM melalui inhalasi di Desa 1 dan Desa 2.

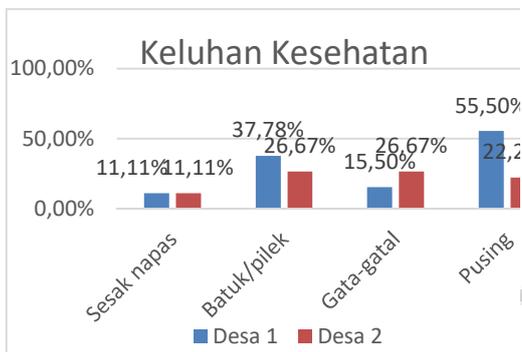
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Responden
 - a. Umur dan Berat Badan

Karakteristik	Rata-rata Desa 1	Rata-rata Desa 2
Umur (tahun)	44	50
Berat Badan (kg)	66	56

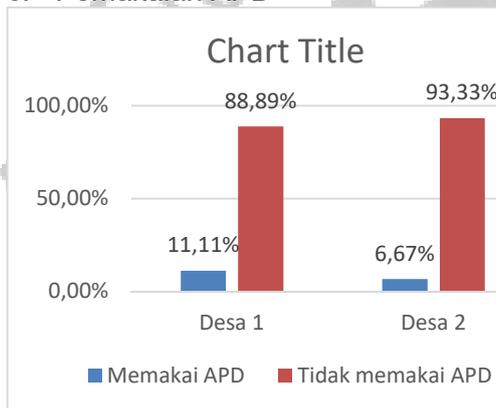
Umur rata-rata responden dalam penelitian ini yaitu 44 tahun untuk Desa 1 dan 50 tahun untuk Desa 2. Sementara itu hasil penimbangan berat badan responden menunjukkan bahwa rata-rata berat badan responden adalah 66 kg untuk Desa 1 dan 56 kg untuk Desa 2.

- b. Keluhan Kesehatan yang Dialami oleh Masyarakat



Keluhan kesehatan yang dialami oleh masyarakat yaitu sesak napas, batuk/pilek, gatal-gatal, dan pusing. Keluhan sakit yang paling sering dialami yaitu pusing (55,5 %).

c. Pemakaian APD



Pada penelitian ini mayoritas responden (88,89 % dan 93,33 %) masih belum menggunakan alat pelindung diri saat berada di luar ruangan dalam jangka waktu yang lama.

2. Konsentrasi SPM

Lokasi	Sampling 1 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Sampling 2 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Rata-rata ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
Desa 1	29	53,5	41,25
Desa 2	51,6	49,9	50,75

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi SPM di udara ambien, dapat diketahui bahwa 4 titik yang dilakukan pengambilan sampel memiliki kadar konsentrasi SPM masih

berada di dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah melalui PP No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara dengan batas nilai sebesar $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di udara ambien untuk pengukuran 24 jam.

Konsentrasi rata-rata untuk Desa 1 yaitu $41,25 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan untuk Desa 2 yaitu $50,75 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Selanjutnya nilai konsentrasi rata-rata di tiap desa akan digunakan untuk perhitungan *intake* SPM.

3. Kandungan unsur logam dalam SPM

Parameter	Hasil Desa 1		Satuan
	1	2	
Arsen (As)	0,0002	0,0002	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Kadmium (Cd)	0,00024	0,00014	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Timbal (Pb)	0,0033	0,00849	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Parameter	Hasil Desa 2		Satuan
	1	2	
Arsen (As)	0,0003	0,0004	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Timbal (Pb)	0,006	0,00444	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Kadmium (Cd)	0,0002	0,00012	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Dari hasil pengujian kandungan unsur logam dengan menggunakan alat ICP-MS ditemukan 3 unsur logam yaitu arsen (As), timbal, dan kadmium. Ketiga unsur tersebut bersifat karsinogenik bagi manusia.

Keberadaan timbal (Pb) di udara ambien diketahui dapat menyebabkan dampak buruk bagi kesehatan manusia, diantaranya mengganggu biosintesis hemoglobin dan menyebabkan anemia, kenaikan tekanan darah,

kerusakan ginjal, gangguan sistem saraf merusak otak dan menurunkan IQ serta konsentrasi dan menurunkan fertilitas pria melalui perusakan sperma. Adanya unsur logam timbal (Pb) pada SPM dapat disebabkan dari jalan yang beraspal sehingga memiliki kandungan timbal yang tinggi dan hasil dari pembakaran kendaraan bermotor.^{6,7}

Keberadaan unsur arsen (As) dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti gatal kulit, gangguan syaraf, peredaran darah dan perifer, bahkan dalam jangka panjang dapat menyebabkan kanker paru-paru.⁸

Kadmium (Cd) mempunyai efek buruk terhadap manusia, karena dapat mengakibatkan kanker payudara, gangguan pernafasan, gagal ginjal serta kematian. Keberadaan unsur cadmium dalam SPM diduga berasal dari hasil pembakaran kendaraan bermotor. Hal ini dikarenakan unsur kadmium (Cd) didapatkan bersamaan dengan timbal (Pb).⁷

4. Analisis Paparan

Penghitungan asupan (*intake*) paparan SPM dihitung melalui jalur inhalasi dengan pengukuran kadar konsentrasi SPM di udara ambien di Desa 1 dan 2. Untuk mengetahui *intake* SPM dilakukan perhitungan berdasarkan variabel konsentrasi SPM (c), laju asupan (R), frekuensi paparan (fE), berat badan responden (Wb) dan durasi paparan. Data untuk nilai konsentrasi (C) menggunakan nilai konsentrasi tertinggi dari setiap unsur

yaitu arsen = 0,0002 µg/Nm³, kadmium = 0,0002 µg/Nm³, dan = 0,008 µg/Nm³ untuk Desa 1. Arsen = 0,0004 µg/Nm³, kadmium = 0,0002 µg/Nm³, dan = 0,006 µg/Nm³ untuk Desa 2. Laju asupan (R) menggunakan nilai default paparan melalui jalur inhalasi yang dikeluarkan oleh EPA sebesar 0,83 m³/jam.⁶ Waktu paparan (t_E) menggunakan nilai rata-rata lama waktu responden berada di luar rumah sebesar 6 jam/hari, frekuensi paparan (f_E) menggunakan nilai default yaitu 350 hari/tahun, kemudian durasi paparan (D_t) yaitu 5 tahun. Sedangkan nilai berat badan (W_b) yang digunakan adalah nilai rata-rata responden yaitu 66 dan 56 kg. Perhitungan asupan juga menggunakan periode waktu rata-rata (t_{avg}) 70 tahun x 365 hari. Perhitungan asupan dihitung menggunakan rumus berikut.

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

Dari hasil penghitungan menggunakan rumus diatas diperoleh hasil efek karsinogenik seperti di bawah ini:

Lokasi	Arsen (As)	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)	Satuan
Desa 1	1,1 x 10 ⁻⁶	4,9 x 10 ⁻⁵	1,3 x 10 ⁻⁹	mg/kg /hari
Desa 2	2,1 x 10 ⁻⁹	3,2 x 10 ⁻⁵	9,2 x 10 ⁻⁷	mg/kg /hari

Perhitungan nilai *intake* tertinggi untuk paparan karsinogenik adalah unsur timbal (Pb) yaitu 4,9 x 10⁻⁵ µg/kg/hari untuk Desa 1, dan nilai *intake* terendah yaitu

unsur kadmium (Cd) yaitu sebesar $9,2 \times 10^{-7}$ $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$ untuk Desa 2.

5. Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko efek karsinogenik dapat diketahui dengan mencari nilai *Excess Cancer Risk (ECR)* dengan mengalikan nilai *intake* karsinogenik dengan *Cancer Slope Factor (CSF)*. Pada penelitian ini nilai CSF yang digunakan adalah :⁹

- a. Arsen : $1,5 \times 10^{-2}$ $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$ (USEPA 2016b)
- b. Timbal : $2,8 \times 10^{-4}$ $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$ (USEPA 2016b)
- c. Kadmium : $6,3 \times 10^{-3}$ $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hari}$ (USEPA 2016b)

Berikut ini merupakan persamaan untuk menghitung nilai ECR: (ECR)

$$= \text{Intake Karsinogenik} \times \text{CSF}$$

Desa	Unsur			Total
	Arsen (As)	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)	
Desa 1	$1,65 \times 10^{-8}$	$2,1 \times 10^{-9}$	$8,7 \times 10^{-9}$	$1,65 \times 10^{-8}$
Desa 2	$3,2 \times 10^{-8}$	9×10^{-9}	$5,8 \times 10^{-9}$	$3,2 \times 10^{-8}$

Berdasarkan perhitungan nilai ECR untuk efek karsinogenik pada SPM untuk Desa 1 yaitu $1,65 \times 10^{-8}$ sedangkan nilai ECR untuk efek karsinogenik di Desa 2 yaitu $3,2 \times 10^{-8}$. Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik risiko karsinogenik dari SPM masih belum memiliki risiko karsinogenik untuk masyarakat yang tinggal di Desa 1 maupun Desa 2 melalui jalur inhalasi karena nilai ECR $< 10^{-4}$.

6. Estimasi karakteristik risiko pada masyarakat

Lokasi	Proyeksi Durasi Paparan		
	10 tahun	20 tahun	30 tahun
Desa 1	$3,1 \times 10^{-7}$	$5,1 \times 10^{-7}$	$7,1 \times 10^{-7}$
Desa 2	$4,3 \times 10^{-7}$	$7,3 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-6}$

. Estimasi karakteristik risiko memiliki tujuan untuk memproyeksi tingkat risiko yang di terima oleh masyarakat di Desa 1 dan 2 beberapa tahun kedepan akan memiliki risiko atau tidak. Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa, nilai estimasi risiko karsinogenik untuk 30 tahun yang akan datang masih dalam batas aman untuk Desa 1 dan 2 melalui jalur paparan inhalasi, dikarenakan nilai ECR $< 10^{-4}$.

7. Manajemen risiko

Manajemen risiko diperlukan untuk mengurangi dan menghambat efek dari paparan SPM yang dapat menyebabkan masalah kesehatan. Penggunaan APD berupa masker ketika berada di luar ruangan merupakan salah satu manajemen risiko yang bertujuan untuk meminimalisir kemungkinan terpajan SPM terinhalasi, sehingga risiko kesehatan masyarakat pun dapat dicegah.

Manajemen risiko lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi semakin tingginya konsentrasi polutan di area pemukiman, perlu adanya penghijauan. Penghijauan dapat dilakukan dengan menggunakan tanaman hijau yang berguna untuk memindahkan, menyerap, dan atau mengakumulasi zat yang berbahaya menjadi tidak berbahaya

8. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis risiko kesehatan lingkungan pada agen risiko SPM dengan efek karsinogenik. Adapun keterbatasan penelitian ini yaitu:

- a. Penentuan tingkat risiko didasarkan pada nilai karakteristik risiko ECR yang merupakan nilai prediktif yang mana dapat memberikan peluang terjadinya kesalahan
- b. Penelitian ini hanya mengukur karakteristik risiko SPM hanya melalui Jalur paparan inhalasi. Sedangkan SPM dapat masuk ke dalam tubuh tidak hanya melalui inhalasi tetapi juga dapat melalui jalur ingesti (melalui makanan dan minuman)

KESIMPULAN

- a. Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi SPM di Desa 1 adalah $51,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi tersebut masih di bawah batas baku mutu yang telah diatur dalam PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- b. Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi SPM di Desa 2 adalah $40,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi tersebut masih di bawah batas baku mutu yang telah diatur dalam PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara sebesar $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- c. Hasil pengukuran kandungan unsur di Desa Trahan dan Desa Sanetan didapatkan 3 macam unsur logam bersifat

karsinogenik yaitu arsen (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd)

- d. Karakteristik risiko untuk efek karsinogenik untuk Desa 1 dan 2 tidak terdapat risiko karsinogenik melalui jalur paparan inhalasi karena nilai ECR < 10-4
- e. Estimasi risiko efek non karsinogenik dan karsinogenik untuk 30 tahun mendatang masih aman bagi masyarakat Desa Trahan dan Desa Sanetan melalui jalur paparan inhalasi

SARAN

1. Bagi Masyarakat
 - a. Pentingnya peningkatan kesadaran diri untuk menggunakan alat pelindung diri seperti masker, khususnya bagi masyarakat yang bekerja di luar ruangan
 - b. Pentingnya peningkatan pengetahuan masyarakat mengenai bahaya dari SPM.
2. Bagi Peneliti Lain
 - a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan paparan SPM dan penyakit yang berkaitan dengan pernafasan manusia
 - b. Perlu dilakukan penelitian lanjutan ARKL dengan unsur lain yang ditemukan dalam SPM
 - c. Perlu dilakukan penelitian ARKL dengan jalur pajanan yang lain seperti ingesti dan absorpsi

DAFTAR PUSTAKA

1. Suma'mur PK. Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes). Jakarta: CV Sagung Seto; 2009.
2. Irmiza R. PM 2.5 Respiratory Health Risk and Il-6 Levels Among Workers at A Modern

- Bus Terminal in Kuala Lumpur. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*. 2014; Vol. 1. p. 2289-7577.
3. Hastiti L R. Pajanan PM 2.5 dan Gangguan Fungsi Paru Serta Kadar Profil Lipid Darah (HDL, LDL, Kolesterol Total, Trigliserida) Pada Karyawan PT. X Kalimantan Selatan. Depok: FKM UI; 2013.
 4. Standal Nasional Indonesia (SNI). "Faktor Titik Sampel Udara Ambien dan Syarat Pemilihan Lokasi (titik) Pengambilan contoh Uji". No.19-7119.6-2005.: 2005.
 5. Life P, Sciences A. 3rd Edition Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry Charles B. Boss and Kenneth J. Fredeen; 2004.
 6. Research Triangle Park, NC:U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Health and Environmental Impacts Division; 2011.
 7. Irianto K. Pencegahan dan Penanggulangan Keracunan Bahan Kimia Berbahaya. CV Yrama Widya. Bandung; 2013.
 8. Chen Y. Scholarship at UWindsor Levels of PM 2.5-bound species in Beijing, China: Spatio-temporal distributions and human health risks. 2017.

