

## Kosentrasi Respirable Debu *Particulate Matter* (Pm<sub>2,5</sub>) Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Pemukiman Sekitar PLTU

### *Dust Respirable Concentration "Particulate Matter" (Pm<sub>2.5</sub>) And Health Disorders Communities In Settlement Around Electric Steam Power Plant*

Susan Arba

Jurusan Kesehatan Llingkungan Poltekkes Kemenkes Ternate

\*Email Korespondensi: [restynsun@gmail.com](mailto:restynsun@gmail.com)

#### ABSTRAK

*Particulate Matter* (PM) merupakan jenis polutan berbahaya dengan berbagai ukuran, yang dapat mengakibatkan tingginya kematian akibat pajanan polusi udara. *Particulate Matter* <2,5µm (PM<sub>2,5</sub>) atau yang disebut dengan *fine particle* merupakan salah satu jenis partikulat yang berukuran sangat kecil dan dapat menimbulkan berbagai penyakit. Apabila terhirup ke dalam tubuh dapat berpenetrasi ke dalam saluran pernapasan bawah serta dapat melewati aliran darah. Gangguan kesehatan yang muncul adalah iritasi mata, batuk, riak, sesak napas hingga kematian. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis kosentrasi respirable debu *particulate matter* (PM<sub>2,5</sub>) di udara ambient dan gangguan kesehatan pada masyarakat di pemukiman sekitar PLTU. Rancang bangun penelitian yang digunakan adalah *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan di Pemukiman sekitar PLTU Kota Tidore Kepulauan, dengan besar sampel 30 responden kelompok terpajan dan 30 responden kelompok tidak terpajan. Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan program statistik uji regresi logistik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kosentrasi PM<sub>2,5</sub> di udara ambient pada pemukiman kelompok terpajan didapatkan nilai 26,77 µg/m<sup>3</sup>, sedangkan pada kelompok tidak terpajan adalah 17.22 µg/m<sup>3</sup>. Gangguan kesehatan pada kelompok terpajan adalah batuk (70%) dan iritasi mata (47%), sedangkan pada kelompok tidak terpajan menunjukkan adanya gangguan kesehatan berupa batuk dan riak (10%). Terdapat nilai signifikansi = 0,05 (p < 0,05), dengan Exp (B) = 1,174. Penelitian ini menyimpulkan adanya pengaruh yang signifikan antara kosentrasi PM<sub>2,5</sub> di udara ambient terhadap gangguan kesehatan.

**Kata Kunci** : PM<sub>2,5</sub>; Gangguan Kesehatan; Pemukiman; PLTU

#### ABSTRACT

*Particulate Matter* (PM) is a type of hazardous pollutant of various sizes, which can result in high mortality due to exposure to air pollution. *Particulate Matter* <2.5 µm (PM<sub>2,5</sub>) or so-called fine particle is a type of particulate that is very small in size and can cause various diseases. When inhaled into the body can penetrate into the lower respiratory tract and can pass through the bloodstream. Health problems that arise are eye irritation, coughing, ripples, shortness of breath to death. This study aims to analyze the concentration of respirable dust particulate matter (PM<sub>2,5</sub>) in ambient air and health problems in communities in settlements around the power plant. The research design used was *cross-sectional*. The study was conducted in the settlements around PLTU Kota Tidore Kepulauan, with a large sample of 30 respondents in the exposed group and 30 respondents in the unexposed group. The collected data is then processed using a logistic regression test statistical program. The results of this study indicate that the concentration of PM<sub>2.5</sub> in ambient air in the exposed group settlement obtained a value of 26.77 µg / m<sup>3</sup>, whereas in the unexposed group was 17.22 µg / m<sup>3</sup>. Health problems in the exposed group were cough (70%) and eye irritation (47%), whereas in the unexposed group showed health problems in the form of cough and ripple (10%), there was a significance value = 0.05 (p < 0.05), with Exp (B) = 1.174. This study concludes that there is a significant effect between PM<sub>2,5</sub> concentration in ambient air on health problems.

**Keywords** : PM<sub>2,5</sub>; Health Disorders; Settlements; electric steam power plant

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan (Permen LH, 2010). Pencemaran udara dapat mengakibatkan peradangan paru dan jika berlangsung terus-menerus dapat mengakibatkan penurunan fungsi paru, yang akhirnya meningkatkan kelainan faal paru. Bahan pencemar udara yang menyebabkan kelainan pada saluran pernapasan adalah jika bahan pencemar dari udara ambien dihirup, antara lain gas SO<sub>2</sub>, gas O<sub>3</sub>, gas NO<sub>2</sub> dan partikel debu termasuk PM<sub>2.5</sub> (Mukono, 2008).

*Particulate Matter* (PM) merupakan jenis polutan berbahaya dengan berbagai ukuran, yang dapat mengakibatkan tingginya kematian akibat pajanan polusi udara. *Particulate Matter* <math>\leq 2,5 \mu\text{m}</math> (PM<sub>2.5</sub>) atau yang disebut dengan *fine particle* merupakan salah satu jenis partikulat yang berukuran sangat kecil dan dapat menimbulkan berbagai penyakit. Apabila terhirup ke dalam tubuh dapat berpenetrasi ke dalam saluran pernapasan bawah serta dapat melewati aliran darah (Cheng *et. al.*, 2012)<sup>3</sup>. Di dalam tubuh, partikulat dapat mengendap ke dalam saluran pernapasan melalui beberapa mekanisme fisik seperti sedimentasi, impaksi, difusi, intersepsi dan elektronik presipitasi (Hastiti, 2013). Partikulat dengan ukuran PM<sub>2.5</sub> dapat terhirup dan mengendap di organ pernapasan. Jika terpapar dalam jangka panjang, PM<sub>2.5</sub> dapat menyebabkan infeksi saluran pernapasan akut.

Pemerintah RI berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999 tentang nilai ambang batas mengeluarkan nilai ambang batas PM<sub>2.5</sub> di udara ambient yang telah yaitu 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (rata-rata per 24 jam). Berdasarkan penelitian di China, paparan PM<sub>2.5</sub> dalam waktu singkat berdampak pada peningkatan risiko sistem kardiovaskular dan beberapa gangguan fisiologis pada sistem pernapasan, seperti penurunan fungsi paru-paru, serta mengganggu rongga pernapasan seseorang yang memiliki riwayat penyakit asma (Pui *et. al.*, 2014). Menurut WHO (2010), PM<sub>2.5</sub> juga dapat mengakibatkan infeksi saluran pernapasan (ISPA), kanker paru-paru, penyakit kardio-

vaskular, kematian dini dan penyakit paru-paru obstruktif kronis.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Marpaung (2012) terkait dengan pengaruh pajanan debu respirable PM<sub>2.5</sub> terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pedagang antara intake PM<sub>2.5</sub> dengan kejadian gangguan fungsi paru pedagang dengan di terminal terpadu kota depok, menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan nilai OR = 6.5 (*p value* = 0.004)<sup>6</sup>. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Komariah (2016) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara gangguan fungsi paru dengan konsentrasi PM<sub>2.5</sub> dengan proporsi sampel 50% mengalami restriktif dan 10,9% mengalami obstruktif.

PLTU Kota Tidore Kepulauan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit listrik. Letak PLTU terletak di pemukiman Kelurahan Rum. PLTU dalam menjalankan operasi pembangkit listrik menggunakan bahan dasar Batu Bara. Batu Bara mengandung 2% silika yang dapat mengganggu kesehatan manusia. Selama proses pembakaran batu bara, buangan sisa pembakaran dibuang melalui cerobong. Berdasarkan hasil pengamatan partikel debu hasil pembakaran batu bara menyebar ke pemukiman warga dan mengganggu masyarakat. Tampak terlihat debu partikel di atap rumah dan dedaunan pada pohon disekitar PLTU.

Berdasarkan laporan Mongabay pada tahun (2017) siswa/i dan guru di SD Balibunga serta masyarakat dekat PLTU Tidore mengeluh karena sesak nafas dan merasa terganggu dengan adanya debu batu bara. Oleh karena itu, penelitian mengenai pajanan respirable debu PM<sub>2.5</sub> perlu dilakukan mengingat dampak negatif yang ditimbulkan.

## METODE PENELITIAN

Rancang bangun penelitian yang digunakan adalah *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan di pemukiman sekitar PLTU Kota Tidore Kepulauan. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *simple random sampling* yang dihitung berdasarkan rumus uji korelasi. Jadi besar sampel kelompok terpajan adalah 30 orang dan kelompok tidak terpajan adalah 30. Jadi besar sampel adalah 60 responden

Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan program statistik dengan

teknik regresi logistik. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara menggunakan kuesioner dan pengukuran PM<sub>2.5</sub> di udara ambient menggunakan alat EVM-7.

### HASIL

Penelitian ini terdiri dari variable independen PM<sub>2.5</sub> dan variabel dependen gangguan kesehatan. Terjadinya gangguan

15 tahun dan kelompok tidak terpajan adalah 15 tahun. Umur tertinggi kelompok terpajan adalah 60 tahun dan kelompok tidak terpajan adalah 64 tahun. Dengan rerata umur kelompok terpajan 34,2 tahun. Sedangkan rerata umur kelompok tidak terpajan 34,66 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa rerata umur kedua kelompok tidak berbeda jauh.

**Tabel 1.** Distribusi Frekuensi Umur Responden

Umur (Tahun)	Kelompok				Total	
	Terpajan		Tidak Terpajan		n	%
	n	%	n	%		
10 - 20	6	20	5	17	13	22
21 - 30	6	20	6	20	12	20
31 - 40	8	26	11	36	17	28
41 - 50	5	17	5	17	10	17
> 50	5	17	3	10	8	13
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>
<b>Rerata (SD)</b>	<b>34,2 (12,21)</b>		<b>34,66 (12,46)</b>			

kesehatan pada responden dipengaruhi oleh faktor individu. Pada penelitian ini faktor individu yang diidentifikasi adalah usia, jenis

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa kelompok terpajan sebanyak 26 responden tidak bekerja, 1 reponden PNS, 3

**Tabel 2.** Distribusi Frekuensi Pekerjaan Responden

Pekerjaan	Kelompok				Total	
	Terpajan		Tidak Terpajan		n	%
	n	%	n	%		
PNS	1	3	6	20	7	12
Nelayan/ Petani	2	10	4	13	7	12
Tidak Bekerja	26	87	20	67	46	76
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

kelamin, lama tinggal, pekerjaan dan penggunaan masker.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kelompok terpajan umur 10 - 20 tahun 8 orang, 21 - 30 tahun 6 orang, 31-40 tahun 6 orang, 41 - 50 tahun 5 orang dan > 50 tahun 5 orang. Sedangkan untuk kelompok tidak terpajan umur 10 - 20 tahun 5 orang, 21 - 30 tahun 6 orang, 31-40 tahun 11 orang dan 41 - 50 tahun 5 orang dan > 50 tahun 3 orang. Umur terendah kelompok terpajan adalah

responden nelayan/petani. Sedangkan kelompok tidak terpajan sebanyak 20 responden tidak bekerja, PNS 6 responden dan Nelayan/petani 4 responden. Dan berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa kelompok terpajan sebanyak 4 reponden lama tinggal selama 4 tahun, dan 25 responden selama > 10 tahun. Sedangkan kelompok terpajan 5 responden dengan masa tinggal 6-10 tahun dan 23 reponden > 10 tahun. Hal ini menggambarkan bahwa lama tinggal

kelompok terpajan dan kelompok tidak terpajan tidak berbeda jauh.

pretasikan bahwa nilai signifikansi (p value) = 0,05 (p < 0,05), artinya bahwa konsentrasi

**Tabel 3.** Distribusi Frekuensi Lama Tinggal Responden

Lama Tinggal (tahun)	Kelompok				Total	
	Terpajan		Tidak Terpajan		n	%
	n	%	n	%		
1 - 5	4	14	2	7	6	10
6 - 10	1	3	5	17	6	10
>10	25	83	23	76	48	80
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Konsentrasi PM<sub>2.5</sub> di udara ambient pada pemukiman kelompok terpajan digambarkan pada tabel 4 didapatkan bahwa nilai 26,77 µg/m<sup>3</sup>, sedangkan konsentrasi PM<sub>2.5</sub> pada pemukiman kelompok tidak terpajan adalah 17,22 µg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi PM<sub>2.5</sub> pada pemukiman kelompok terpajan lebih tinggi daripada pemukiman kelompok tidak terpajan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar gangguan kesehatan pada kelompok terpajan adalah batuk (70%) dan iritasi mata (47%). Sedangkan pada kelompok tidak terpajan sebagian besar menunjukkan adanya gangguan kesehatan berupa batuk dan riak (10%).

PM<sub>2.5</sub> memberikan pengaruh yang signifikan terhadap gangguan kesehatan. Hal ini menunjukkan bahwa responden yang terpajan PM<sub>2.5</sub> secara terus-menerus akan mengakibatkan gangguan kesehatan. Besarnya pengaruh ditunjukkan dengan nilai Exp (B) 1,174. Artinya bahwa orang yang terpajan konsentrasi PM<sub>2.5</sub> lebih beresiko mengalami gangguan kesehatan sebanyak 1,174 kali lipat dibandingkan orang yang tidak terpajan PM<sub>2.5</sub>.

#### PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rerata umur kelompok terpajan 34,2 tahun. Sedangkan rerata umur kelompok tidak terpajan 34,66 tahun. Hal ini menunjukkan

**Tabel 4.** Distribusi Indeks Konsentrasi Debu Respirable PM<sub>2.5</sub> di Udara Ambient

Konsentrasi PM <sub>2.5</sub>	Udara Ambient	
	Kelompok terpajan	Kelompok tidak terpajan
	26,77 (7,06)	17,22 (1,56)

Untuk mengetahui pengaruh PM<sub>2.5</sub> terhadap gangguan kesehatan menggunakan statistik uji regresi logistic. Berdasarkan Tabel 5 diatas diinter-

bahwa rerata umur kedua kelompok tidak berbeda jauh. Menurut Mengkidi (2006) bahwa usia lebih dari 30 tahun merupakan faktor resiko terjadinya gangguan faal paru yang be-

**Tabel 5.** Analisis Konsentrasi PM<sub>2.5</sub> Terhadap Gangguan Kesehatan

Variabel	Gangguan Kesehatan	
	Exp (B)	p
Konsentrasi PM <sub>2.5</sub> di Udara ambient	1,174	0,050

rarti karyawan dengan usia lebih dari 30 tahun potensial mendapat gangguan faal paru 1,7 kali lebih besar dibandingkan karyawan yang berusia kurang dari 30 tahun.

Sebagian besar responden tidak bekerja, sehingga lebih banyak menghabiskan waktu di daerah pemukiman sekitar PLTU dan memiliki resiko besar terpajan oleh partikel debu. Lama paparan berpengaruh negatif bagi seseorang yang bermukim di sekitar PLTU. karena semakin lama terpapar, bahaya yang ditimbulkan oleh tempat kerja dapat mempengaruhi kesehatan terutama saluran pernapasan. Menurut Suma'mur (2009) Bila seseorang terpapar cukup lama oleh debu yang diatas NAB kemungkinan besar akan timbul gangguan saluran pernapasan.

Lama tinggal kelompok terpajan dan kelompok tidak terpajan tidak berbeda jauh. Menurut Harrington (2005) dalam lingkungan kerja yang berdebu, masa tinggal dapat mempengaruhi dan menurunkan kapasitas fungsi paru pada karyawan.

Konsentrasi  $PM_{2.5}$  pada pemukiman kelompok terpajan lebih tinggi daripada pemukiman kelompok tidak terpajan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI. No. 41 Tahun 1999 hasil pengukuran konsentrasi  $PM_{2.5}$  di pemukiman sekitar PLTU masih memenuhi standar baku mutu seperti yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah RI. No. 41 Tahun 1999 yaitu sebesar  $65\mu g/m^3$ . Tetapi jika menggunakan standar WHO, maka konsentrasi  $PM_{2.5}$  pada pemukiman kelompok terpajan melebihi nilai ambang batas yaitu  $25\mu g/m^3$ . Hal ini didukung oleh BPLH Kota Bandung dalam Leinawati (2013) bahwa meskipun besar konsentrasi PM masih berada di bawah baku mutu, namun kontribusi PM di udara ambient terhadap kematian adalah 87,27% dan terhadap insidensi ISPA adalah 87,95%. Hal ini disebabkan karakteristik PM yang meliputi senyawa organik dan anorganik.

Pada saat pengukuran  $PM_{2.5}$  kondisi cuaca sedang berada pada musim hujan. Karena hujan mampu mempengaruhi konsentrasi  $PM_{2.5}$  di udara ambient, dimana saat terjadinya musim hujan maka udara dengan akan mengalami *self purification*. Menurut Lin (2018) efek hujan berpengaruh pada penurunan polutan di udara.

Berdasarkan hasil wawancara kepada responden sebagian besar gangguan kesehatan pada kelompok terpajan adalah batuk (70%) dan iritasi mata (47%). Sedangkan pada kelompok tidak terpajan sebagian besar menunjukkan adanya gangguan kesehatan berupa batuk dan riak (10%). Umumnya keluhan yang dialami seseorang merupakan indikasi dari sistem proteksi tubuh dalam membersihkan partikel asing yang masuk ke dalam sistem pernafasan. Banyak agen yang menyebabkan gangguan saluran pernafasan. Salah satunya adalah  $PM_{2.5}$ . tapi pada penelitian ini konsentrasi  $PM_{2.5}$  masih memenuhi standar baku mutu.

Namun Menurut Wulandari, dkk (2016) menyatakan bahwa meskipun konsentrasi PM masih dibawa baku mutu, tapi tidak membebaskan seluruh populasi dari resiko gangguan saluran pernafasan. Hal ini diperkuat dengan penelitian Saputra (2016) yang menyatakan bahwa masyarakat yang menghirup partikel debu melebihi dosis referensi setiap hari memiliki hubungan signifikan dengan keluhan gangguan saluran pernafasan. Data tersebut sesuai dengan referensi yang menyebutkan bahwa debu memiliki efek iritasi pada kulit, mata dan sistem pernapasan (Meo, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai signifikansi ( $p$  value) = 0,05 ( $p < 0,05$ ), artinya bahwa konsentrasi  $PM_{2.5}$  memberikan pengaruh yang signifikan terhadap gangguan kesehatan. Hal ini menunjukkan bahwa responden yang terpajan  $PM_{2.5}$  secara terus-menerus akan mengakibatkan gangguan kesehatan. Dan besarnya pengaruh ditunjukkan dengan nilai Exp (B) 1,174. Artinya bahwa orang yang terpajan konsentrasi  $PM_{2.5}$  lebih beresiko mengalami gangguan kesehatan sebanyak 1,174 kali lipat dibandingkan orang yang tidak terpajan  $PM_{2.5}$ . Dalam penelitian ini debu merupakan faktor resiko yang kuat untuk terjadinya gangguan kesehatan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Seodjono (2002) menyebutkan bahwa dalam konsentrasi debu yang sangat tinggi, responden tetap berpeluang 3,273 kali terkenan gangguan fungsi paru. Hal ini juga dikemukakan oleh Hadi (2004) bahwa ada hubungan yang sangat signifikan antara konsentrasi debu ambient dengan gangguan fungsi paru. Selain itu penelitian Andi (2011)

dalam Marpaung (2012) menunjukkan secara statistik bahwa  $PM_{2.5}$  berisiko terhadap munculnya gangguan fungsi paru setelah mengontrol variabel merokok dan umur.

Khairah dkk (2012) juga menyatakan bahwa ada pengaruh konsentrasi debu dan keluhan kesehatan pada masyarakat di sekitar pabrik semen di Desa Kuala Indah, dan jenis keluhan kesehatannya adalah keluhan batuk dan sesak nafas. Paparan debu batu bara terhadap gangguan pernapasan, debu batu bara yang terhirup akan menyebabkan gangguan pernapasan seperti batuk kering, batuk berdahak, sesak napas, asma akibat kerja, alergi debu, keluhan pada dada (Sholihah, 2007). Sehingga responden yang terpajan konsentrasi debu dalam waktu yang lama secara terus-menerus memiliki risiko terkena gangguan kesehatan. Walaupun dalam konsentrasi yang rendah, tetapi paparan dalam waktu yang lama, akan menyebabkan penumpukan debu di dalam paru.

Absorpsi debu melalui saluran pernapasan tergantung kecepatan aliran darah paru, sifat kepolaran gas serta ukuran partikel. Tipisnya dinding paru-paru (selapis sel alveoli) yang berhadapan dengan dinding kapiler darah dan luasnya permukaan paru-paru maka absorpsi melalui paru berjalan dengan cepat (Tualeka, 2013). Partikel yang masuk ke dalam saluran pernapasan akan mengendap di alveoli. Adanya pengendapan partikel dalam alveoli, ada kemungkinan fungsi paru akan mengalami penurunan (Ahmad, Indar, Palluturi, et al., 2019; Ahmad, Indar, Paluturi, et al., 2019; Miswan et al., 2019). Adanya debu di alveolus akan menyebabkan terjadinya statis partikel debu dan dapat menyebabkan kerusakan dinding alveolus, selanjutnya merupakan salah satu faktor predisposisi gangguan fungsi paru baik reversibel maupun ireversibel (Mukono, 2011).

Apabila warga terus-menerus menghirup polusi kotor dari hasil pembakaran batubara PLTU tersebut maka warga akan sangat berkemungkinan mengidap penyakit gangguan pernapasan seperti sesak napas, kanker paru-paru, asma, batuk, dan gangguan kesehatan lainnya. Hal tersebut akan sangat merugikan warga karena akan mengalami berbagai masalah kesehatan yang disebabkan karena menghirup udara kotor terus-menerus dan ini juga berhubungan dengan ekonomi mereka kembali, dimana

kesehatan adalah hal nomor satu apabila seseorang harus melakukan aktivitas untuk mencari sumber mata pencaharian mereka.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara konsentrasi  $PM_{2.5}$  terhadap gangguan kesehatan dengan nilai signifikansi ( $p$  value) = 0,05 ( $p < 0,05$ ) dengan nilai Exp (B) 1,174, artinya orang yang terpajan konsentrasi  $PM_{2.5}$  lebih berisiko mengalami gangguan kesehatan sebanyak 1,174 kali lipat dibandingkan orang yang tidak terpajan  $PM_{2.5}$ .

Diharapkan kepada Pihak PLTU bekerja sama dengan DLH setempat untuk melaksanakan uji emisi yang bertujuan mengukur pencemaran udara dari aktivitas PLTU. Jika melebihi batas kadar emisi hendaknya pemilik diberikan peringatan untuk dilakukan perbaikan. Dan Pihak PLTU harus menyediakan tenaga kesehatan untuk menangani gangguan kesehatan akibat paparan  $PM_{2.5}$  pada masyarakat, sehingga dapat mempertahankan derajat kesehatan masyarakat. Dan Pemeriksaan kesehatan berkala bagi tenaga kerja sekurang-kurangnya 1 tahun sekali. Pemeriksaan Kesehatan Berkala meliputi pemeriksaan fisik lengkap, kesegaran jasmani, rontgen paru-paru (bilamana mungkin) dan laboratorium rutin serta pemeriksaan lain yang dianggap perlu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H., Indar, Paluturi, S., et al. (2019) 'Health city collaboration model through the program no gross city (Kotaku) in coastal areas Makassar city, Indonesia', *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(1). doi: 10.35940/ijitee.A4647.119119.
- Ahmad, H., Indar, Palluturi, S., et al. (2019) 'Management of slum settings through the private city program (Kotaku) towards a city of health, makassar indonesia', *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 10(9). doi: 10.5958/0976-5506.2019.02675.5.
- Cheng, YH, et. al., 2012. Temporal Variations in Airborne Particulate Matter Levels at An Indoor Bus Terminal and Exposure

- Implications for Terminal Workers. *Aerosol and Air Quality Research*. Vol. 12 pg. 30-38
- Miswan et al. (2019) 'Environmental sanitation handling strategy in slum area in palu city, Indonesia', *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12). doi: 10.35940/ijitee.L3165.1081219.
- Hadi, Bambang Supramono. 2004. *Pencemaran Debu Ambien, Gangguan Fungsi Paru Masyarakat yang berada di dalam dan di sekitar Terminal Bus Umbulharjo Jogjakarta*. (Tesis). Jogjakarta : Ilmu Kesehatan Kerja. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada.
- Harington & Gill. 2005. *Buku Skau Kesehatan Kerja*. Jakarta : EGC
- Khairiah. 2012. *Analisis Konsentrasi Debu Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Sekitar Pabrik Semen Di Desa Kuala Indah Kecamatan SeiSuka Kabupaten Batu Bara*.
- Komariah, Vivi Hali. 2016. *Skripsi. Analisis Risiko dan Dampaknya Terhadap Penurunan Fungsi Paru Pekerja Industri Semen di Plant 06 PT Indocement Citereup-Bogor Tahun 2016*.
- Leinawati T. 2013. *Studi Identifikasi Karakteristik Anorganik PM10 terhadap Mortalitas dan Morbiditas di Udara Ambien pada Kawasan Pemukiman. REKA LINGKUNGAN 1.1*
- Marpaung, Yosi Marin. 2012. *Skripsi. Pengaruh Paparan Personal Debu Respirable PM2.5 Terhadap Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pedagang Terminal Terpadu Kota Depok Tahun 2012*.
- Mongabay. 2017. *Pencemaran Udara PLTU Rum, Apa Reaksi DPRD dan Pemerintah Tidore*. [Online]. Available from: <http://www.mongabay.co.id/2017/03/09/>
- Mengkidi, Dorce. 2006. *Gangguan Fungsi Paru dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya Pada Karyawan PT. Semen Tonasa Pangkajene Kepulauan Sulawesi Selatan*. Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. PhD Thesis. [http://eprints.undip.ac.id/15485/1/Dorce\\_Mengkidi.pdf](http://eprints.undip.ac.id/15485/1/Dorce_Mengkidi.pdf).
- Mukono, H.J. 2008. *Pencemaran Udara dan pengaruhnya terhadap gangguan saluran pernapasan*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Meo, S.A. 2003. *Chest Radiological Findings in Pakistani Cement Factory Workers*. *Saudi Medical Journal* Vol. (3): 287-290. <http://www.smj.org.sa/DetailArticle.asp%3FArticleId%3D1198>. Tanggal Akses: 29 Oktober 2018.
- Mukono, H.J. 2011. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan Edisi Kedua*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Peraturan Lingkungan Hidup No 12 tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.
- Pui, D.Y, et. al. 2014. *PM2.5 in China: Measurements, Sources, Visibility and Health Effects, and Mitigation*. *Particology*. Vol. 13. Pg. 1-26.
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: CV Agung Seto.
- Soedjono. 2002. *Pengaruh Kualitas Udara (Debu, COx, NOx, Sox) Terminal terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pedagang Tetap Terminal Bus Induk Jawa Tengah 2002*. (Tesis). Semarang: Program Studi Kesehatan Lingkungan Program Pasca Sarjana. Fakultas Kesehatan Masyarakat: Universitas Diponegoro.
- Sholihah, Q, Laily K dan Ratna S. 2008. *Paparan Debu Batubara Dan Gangguan Pernapasan Pada Pekerja Lapangan Tambang Batubara*. Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, *Jurnal kesehatan Lingkungan* Vo;4, No.2, Januari 2008 : 1-8
- Tualeka, A.R. 2013 *Analisis Risiko*. Surabaya : Graha Ilmu Mulia
- Wulandari, dkk. 2016. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Particulate Matter (PM10) Pada Pedagang Kaki Lima Akibat Aktivitas Transportasi (Studi kasus : Jalan Kaligawe Kota Semarang)*. [Online]. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 4, No.3. Available from : [Diakses : 11 oktober 2018]
- WHO. 2010. *Exposure to Air Pollution: Major Public Health Concern*. Geneva: WHO Document Production.