

HUBUNGAN PAJANAN PM_{2.5} TERHADAP PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIK (PPOK) PADA PEKERJA DI PINTU GERBANG PELABUHAN TANJUNG PRIOK TAHUN 2018

Muhamad Riski¹, Budi Haryanto^{1,*}

¹Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Depok, 16424

^{*}Corresponding Author: butoniv73@gmail.com

Artikel dikirim:
Agustus, 2018

Artikel diterima:
Desember, 2018

Artikel dipublikasi:
Oktober, 2020

Abstrak

Latar Belakang. Pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok merupakan kelompok berisiko terhadap pajanan PM_{2.5} yang dihasilkan dari kendaraan dan mampu menyebabkan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara PM_{2.5} dengan kejadian PPOK pada pekerja di Pintu Gerbang. **Metode.** Desain studi penelitian ini adalah *cross sectional* dengan sampel pekerja sebanyak 75 pekerja. Pengukuran PM_{2.5} dilakukan pada 30 titik di pintu gerbang. Sedangkan untuk identifikasi kejadian PPOK menggunakan tes spirometri dan kuisioner. Variabel dalam penelitian ini adalah konsentrasi PM_{2.5}, umur, status gizi, riwayat penyakit, kebiasaan berolahraga, derajat berat merokok, penggunaan APD, lama kerja, masa kerja, jarak tempuh dan waktu tempuh. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM_{2.5} dengan kejadian PPOK nilai p = 0,149. Sedangkan untuk variabel lain, hanya penggunaan APD yang memiliki hubungan signifikan dengan kejadian PPOK, nilai p = 0,001. Sementara itu umur (OR=1,5) status gizi (OR=1,5) riwayat penyakit (OR =1,7), kebiasaan berolahraga (OR= 2,3), lama kerja (OR= 1,1), masa kerja (OR=2,2), jarak tempuh (OR= 2,3) dan waktu tempuh (OR=1,9). **Simpulan.** Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel konfounding yang dapat mengontrol variabel PM_{2.5} terhadap kejadian PPOK. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan pendekatan longitudinal untuk mengatahui besar risiko PM_{2.5} terhadap kejadian PPOK

Kata Kunci: PM_{2.5}, PPOK, Pelabuhan, Pekerja, Pintu Gerbang

Abstract

Background. Workers at the Port of Tanjung Priok gate are at risk of exposure to PM_{2.5} generated from vehicles and capable of causing chronic obstructive pulmonary disease (COPD). This study aims to identify the relationship between PM_{2.5} with the incidence of COPD on workers at the Gate. **Methods.** The design of this study was cross sectional with a sample of 75 workers. PM_{2.5} measurements are done at 30 points at the gate. As for the identification of COPD events using spirometry and questionnaire tests. The variables in this study were PM_{2.5} concentration, age, nutritional status, disease history, exercise habit, heavy smoking, APD usage, length of work, length of service, distance and travel time. **Results.** The results showed no significant relationship between the concentration of PM_{2.5} with the incidence of COPD value p = 0.149. As for other variables, only the use of PPE has a significant relationship with the incidence of COPD, p value = 0.001. Meanwhile, age (OR = 1.5) nutritional status (OR = 1.5) history of disease (OR = 1,7), exercise habits (OR = 2,3), duration of work (OR = 1,1), work (OR = 2,2), distance traveled (OR = 2,3) and travel time (OR = 1,9). **Conclusions.** The result of multivariate analysis shows that there is no confounding variable that can control the PM_{2.5} variable to the incidence of COPD. Need for further research with longitudinal approach to know big risk of PM_{2.5} to the incidence of COPD.

Keywords: COPD, Gate, PM_{2.5}, Ports, Workers

Pendahuluan

Particulate Matter (PM) merupakan salah satu polutan di udara yang menjadi indikator utama kualitas udara (Petkova, Jack, Volavka-Close, & Kinney, 2013). Adapun sumber utama PM di luar ruangan adalah emisi hasil pembakaran bahan bakar dari transportasi (Schultz, Litonjua, & Melén, 2017a). Dewasa ini, tingkat emisi $PM_{2.5}$ menjadi perhatian penting karena partikulat tersebut mampu masuk kedalam pernapasan dan mengendap di alveoli. $PM_{2.5}$ ini memiliki tingkat toksisitas tinggi. Ketika masuk kedalam tubuh, $PM_{2.5}$ akan mampu melakukan penetrasi hingga ke dalam sistem paru-paru (Fierro Marlan, 2000).

Berbagai penelitian menemukan korelasi antara pencemaran udara dengan penyakit-penyakit tertentu. Salah satunya yaitu terbukti bahwa pajanan $PM_{2.5}$ memengaruhi kejadian Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). PPOK merupakan penyebab kematian keempat tertinggi di dunia dan diperkirakan pada tahun 2020 menjadi penyebab kematian ke-3 di dunia (Torres-Sánchez et al., 2015 ; Schultz, Litonjua, & Melén, 2017). Penyakit ini merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menjadi prioritas bagi Kementerian Kesehatan RI (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2011).

Pelabuhan Tanjung Priok adalah pelabuhan internasional utama terbesar di Indonesia yang didirikan sejak tahun 1883, terletak di pantai Utara Pulau Jawa. Fungsi utama Pelabuhan Tanjung Priok adalah tempat pelabuhan barang ekspor impor dan antar pulau dan menjadi penunjang pertumbuhan ekonomi nasional. Akan tetapi, walau perkembangan arus barang melalui Pelabuhan Tanjung Priok meningkat terus, perkembangan fisik pelabuhan dan sarana-prasarana pelabuhan berkembang terbatas. Hingga menimbulkan kemacetan lalu lintas yang tinggi setiap hari di dalam dan di luar pelabuhan. Hal ini menimbulkan berbagai dampak, salah satunya adalah dampak terhadap kualitas lingkungan fisik ekologi pelabuhan yaitu kualitas udara di area Pelabuhan. Penurunan ini diakibatkan karena tingginya kegiatan truk-truk angkutan barang dan alat-alat berat di bagian daratan dan kapal-kapal barang di laut setiap hari yang mengeluarkan zat emisi dari pemakaian bahan bakar (Siahaan, 2012).

Pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok merupakan salah satu kelompok yang rentan terhadap pajanan $PM_{2.5}$, hal ini dikarenakan para pekerja dipintu gerbang berinteraksi secara langsung ketika truk-truk dan kendaraan besar keluar masuk pelabuhan. Berdasarkan penelitian sebelumnya

yang dilakukan terhadap subyek yang sama, didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM_{10} diudara ambien dengan kejadian bronkitis kronis pada pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok (Subechi, 2015). Adapun parameter PM_{10} yang didapatkan dari hasil pengukuran kualitas udara oleh Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas I Tanjung Priok pada bulan Februari 2015 menunjukkan bahwa parameter PM_{10} di area pelabuhan Tanjung Priok berada diatas baku mutu . Sedangkan untuk parameter $PM_{2.5}$ belum pernah dilakukan pengukuran secara berkala. Padahal kini, $PM_{2.5}$ sudah menjadi perhatian masalah kesehatan tingkat global.

Metode

Metode penelitian ini menggunakan studi analitik dengan menggunakan *cross sectional*, yaitu mengukur variabel independen dan dependen dalam waktu yang bersamaan. Data yang dikumpulkan adalah konsentrasi $PM_{2.5}$ di lingkungan Pelabuhan Tanjung Priok dan kejadian PPOK serta variabel lain yaitu umur, status gizi, perilaku merokok, kebiasaan berolahraga, lama kerja, masa kerja, penggunaan APD, jarak tempuh, waktu tempuh dan riwayat penyakit. Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja yang ada di pintu masuk pelabuhan Tanjung Priok. Terdapat 9 *gate* yaitu : Pos Gate 1, Pos Gate 8 , Pos Gate 9 ,Terminal Operasional 1 PT Pelabuhan Tanjung Priok , Terminal Operasional 2 PT Pelabuhan Tanjung Priok, Terminal Operasional 3 PT Pelabuhan Tanjung Priok, Terminal Operasi PT Mustika Alam Lestari , Terminal Operasi PT Adipurusa, Terminal Peti Kemas Koja . Definisi dari pekerja di pintu masuk pelabuhan adalah orang yang bekerja di pintu masuk pelabuhan sebagai penjual tiket masuk dan petugas keamanan. Populasi studi pada penelitian ini adalah seluruh pekerja di pintu masuk Pelabuhan Tanjung Priok. Sampel penelitian berjumlah 75 pekerja.

Pengumpulan data $PM_{2.5}$ dengan menggunakan menggunakan alat Haz Dust EPAM 5000. Pengukuran udara dilakukan selama 1 jam dengan jam pengambilan waktu adalah siang hari, karena berdasarkan wawancara dan observasi secara langsung di lapangan, padatnya lalu lintas memang pada siang hari. Sampel lingkungan diukur pada 30 titik dengan pembagian masing-masing titik tergantung dari jumlah banyaknya jalur yang ada di setiap pintu gerbang. Sehingga dapat merepresentatifkan konsentrasi $PM_{2.5}$ di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok. Selain sampel

PM_{2,5} dilakukan pula pengukura suhu, kelembaban dan kecepatan angin. Karena ketiga faktor meteorologi tersebut merupakan faktor yang akan memengaruhi kadar PM_{2,5}. Data keadaan fungsi paru pada pekerja diperoleh dengan melakukan pemeriksaan spirometri. Responden diperiksa langsung di lokasi tempat bekerja. Responden diperiksa dalam keadaan duduk, lalu diminta untuk menghirup udara semaksimal mungkin, lalu dikeluarkan melalui *mouthpiece* spirometri sekuat-kuatnya sampai semua udara keluar. Proses ini dilakukan minimal 3 kali pengulangan sehingga diperoleh hasil yang akurat. Data yang telah diperoleh akan dianalisis secara univariat, bivariat dan multivariat.

Hasil

Hasil analisis univariat menunjukkan konsentrasi PM_{2,5} yang diambil di 30 titik (**Tabel 1**) Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok selama 1 jam pada siang hari didapatkan rata-rata konsentrasi PM_{2,5} 178,78 µg/m³. Konsentrasi PM_{2,5} terendah 42,59 µg/m³ dan tertinggi 517,8 µg/m³.

Tabel 1 Konsentrasi PM_{2,5} di 30 Titik Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok

	Mean	Median	SD	Min-Maks	95% CI
Konsentrasi PM _{2,5} (µg/m ³)	178,78	132,04	132,56	42,59 – 517,8	148,3-209,28

Pada variabel karakteristik pekerja yaitu umur, status gizi, riwayat penyakit didapatkan bahwa rata-rata umur pekerja adalah 36 tahun. Umur termuda 21 tahun dan tertua 60 tahun. Hasil analisis status gizi pada pekerja dapat dilihat pada tabel 2 yang didapatkan bahwa sebagian besar pekerja memiliki status gizi lebih sebanyak 40 pekerja (53,3%), status gizi normal sebanyak 32 pekerja (42,7%) dan status gizi kurang 3 orang (4%). Hasil analisis riwayat penyakit pada pekerja dapat dilihat pada **Tabel 2** yang didapatkan bahwa sebagian besar pekerja tidak memiliki riwayat penyakit yang berhubungan dengan PPOK yaitu sebanyak 72 pekerja (96%), dan sebanyak 3 pekerja (4%) memiliki riwayat penyakit yang berhubungan dengan PPOK.

Tabel 2 Distribusi Karakteristik Pekerja (Status Gizi dan Riwayat Penyakit) Pada Pekerja di Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2018

Variabel	Frekuensi	Persentase
Status Gizi		
Kurus (<18,5)	3	4
Normal (18,5-25)	32	42,7
Lebih (>25)	40	53,3
Riwayat Penyakit		
Ada	3	4
Tidak Ada	72	96

Pada variabel perilaku pekerja yang terdiri dari kebiasaan berolahraga, derajat berat merokok, dan penggunaan APD didapatkan bahwa sebagian besar pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok memiliki kebiasaan berolahraga baik 46 pekerja (61,3%) dan pekerja yang memiliki kebiasaan berolahraga tidak baik 29 pekerja (38,7%). Hasil analisis derajat berat merokok pekerja dilihat pada **tabel 3**, didapatkan hasil bahwa pekerja yang tidak merokok 14 pekerja (18,7%), pekerja dengan derajat merokok ringan sebanyak 42 pekerja (56%), derajat merokok sedang 14 orang (18,7%) dan berat sebanyak 5 orang (6,7%). Hasil analisis penggunaan APD pada pekerja dapat dilihat pada **tabel 3**, didapatkan hasil bahwa sebagian besar pekerja menggunakan APD berupa masker 48 pekerja (64%) dan pekerja yang tidak menggunakan masker 27 pekerja (36%).

Tabel 3 Distribusi Variabel Kebiasaan Berolahraga, Derajat Berat Merokok dan Penggunaan APD Pada Pekerja di Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2018

Variabel	Frekuensi	Persentase
Kebiasaan Berolahraga		
Tidak Baik	29	38,7
Baik	46	61,3
Derajat Berat Merokok		
Ringan (0-200)	56	74,7
Sedang (201-600)	14	18,7
Berat (>600)	5	6,7
Penggunaan APD		
Tidak	27	36
Ya	48	64

Karakteristik pekerjaan yang terdiri dari variabel masa kerja, lama kerja, jarak tempuh dan waktu tempuh didapatkan hasil analisis lama kerja per hari dapat dilihat pada **tabel 4** yang didapatkan bahwa rata-rata lama kerja pekerja di Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok adalah 10,24 jam per hari. Lama kerja terpendek adalah 6 jam dan terlama 12 jam. Sedangkan rata-rata masa kerja pekerja di Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok adalah 10,6 tahun hasil analisis jarak tempuh pekerja ke tempat kerja didapatkan rata-rata jarak tempuh pekerja adalah 16,22 km. Jarak tempuh terdekat 2 km dan terjauh 110 km. Adapun rata-rata waktu tempuh pekerja adalah 47,10 menit. Waktu tempuh terpendek 9 menit dan terlama 240 menit.

Tabel 4 Distribusi Variabel Lama Kerja, Masa Kerja, Jarak Tempuh dan Waktu Tempuh Pekerja di Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2018

Variabel	Mean	Median	SD	Min-Maks	95% CI
Lama Kerja (jam per hari)	10,24	12	2,078	6-12	9,76 - 10,72
Masa Kerja (tahun)	10,60	8	7,815	1-29	8,8-12,40
Jarak (km)	17,9	10	22,1014	2-110	12,8-22,9
Waktu Tempuh (menit)	47,10	30	41,224	9-240	37,61-58,58

Faktor lingkungan yang terdiri dari variabel suhu, kelembaban dan kecepatan angin didapatkan hasil rata-rata suhu udara saat pengambilan PM_{2,5} adalah 34,42 °C, dengan standar deviasi 2,47 °C dan nilai tengah 34 °C. Suhu terendah 31,3 °C dan suhu tertinggi 40,7 °C. Adapun untuk tingkat kelembaban udara, rata-rata kelembaban udara adalah 55,628 %, dengan standar deviasi 5,66 % dan nilai tengah 56,1 %. Kelembaban terendah 40,8% dan kelembaban tertinggi 64,6 %. Sedangkan untuk kecepatan angin, rata-rata kecepatan angin adalah 3,06% dengan standar deviasi 4,34% dan nilai tengah 2,35%. Kecepatan angin terendah 1,02% dan kecepatan angin tertinggi 28,6% (**Tabel 5**).

Tabel 5 Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin Saat Pengambilan PM_{2,5}

Variabel	Mean	Median	SD	Min-Maks	95% CI
Suhu	34,42 °C	34 °C	2,47 °C	31,3-40,7 °C	33,9-34,9 °C
Kelembaban	55,628 %	56,1 %	5,66 %	40,8-64,6 %	54,3-56,9 %
Kecepatan Angin	3,06 %	2,35 %	4,34 %	1,02-28,6 %	2,06-4,06 %

Berdasarkan hasil, untuk kejadian PPOK didapatkan hasil sebanyak 58 pekerja memiliki fungsi paru normal atau tidak memiliki gejala PPOK yaitu sebanyak 58 pekerja (77,3%), dan pekerja dengan gejala PPOK sebanyak 17 pekerja (22,7%) (**Tabel 6**).

Tabel 6 PPOK Pada Pekerja di Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok

Variabel	Frekuensi	Persen
PPOK		
Ya	17	22,7
Tidak	58	77,3
Total	75	100

Hubungan antara Konsentrasi PM_{2,5} dengan PPOK menggunakan uji Mann Whitney U. Hasil uji Mann-Whitney –U memperlihatkan bahwa nilai p = 0,149 artinya secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan paparan konsentrasi PM_{2,5} pada pekerja dengan PPOK dan pekerja yang tidak mengalami PPOK (**Tabel 7**).

Tabel 7 Hasil Analisis Konsentrasi PM_{2,5} dengan Kejadian PPOK

Variabel	N	Mean	SD	Mean Rank	Mann-Whitney-U	Nilai-p
PPOK						
Ya	17	201,3	137,3	44,71	379	0,149
Tidak	58	172,	131,6	36,03		

Hubungan faktor lingkungan (suhu, kelembaban dan kecepatan angin) dengan konsentrasi PM_{2,5} dianalisis dengan analisis korelasi spearman dan regresi linier untuk melihat hubungan dan persamaan garis. Dari ketiga faktor lingkungan tersebut menunjukkan korelasi positif pada kelembaban sedangkan pada suhu dan kecepatan angin memiliki korelasi negatif terhadap konsentrasi PM_{2,5}.

Tabel 8 Analisis Korelasi Spearman dan Regresi Linier Faktor Lingkungan dengan Konsentrasi PM_{2,5}

Variabel	R	r ²	Persamaan Garis	p-value
Suhu	0,279	0,078	694,579-14,985*Suhu	0,073
Kelembaban	0,343	0,118	-268,587+8,042*kelembaban	0,009
Kecepatan angin	0,09	0,008	187,165-2,74*kecepatan angin	0,041

Hubungan antara karakteristik pekerja (umur, status gizi dan riwayat penyakit), perilaku pekerja (kebiasaan berolahraga, derajat berat merokok dan penggunaan APD) dan karakteristik pekerjaan (Lama kerja, masa kerja, jarak tempuh dan waktu tempuh) dengan PPOK dengan menggunakan uji *chi-square*. Dari hasil uji

statistik, hanya satu variabel yang memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian PPOK yaitu penggunaan APD, dengan nilai $p = 0,001$ dan pekerja yang tidak menggunakan APD memiliki risiko 6,9 kali lebih besar untuk terkena PPOK dibandingkan pekerja yang menggunakan APD (**Tabel 11**).

Tabel 11 Distribusi Variabel Independen dengan Kejadian PPOK di Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2018

Variabel	PPOK				Total		OR	(95%CI)	p-value
	Ya		Tidak		N	%			
	N	%	n	%					
Umur									
>35 Tahun	9	25,7	26	74,3	35	100	1,4	0,5-4,1	0,56
≤ 35 Tahun	8	20	32	80	40	100			
Status Gizi									
Tidak Normal	11	25,6	32	74,4	43	100	1,5	0,5-4,6	0,48
Normal	6	18,8	26	81,2	32	100			
Kebiasaan Berolahraga									
Tidak Baik	9	32,1	19	67,9	28	100	2,3	0,8-6,9	0,13
Baik	8	17	39	83	47	100			
Derajat Berat Merokok									
Berat	4	21,1	15	78,9	19	100	0,9	0,3-3,1	0,85
Rendah	13	23,2	43	76,8	56	100			
Penggunaan APD									
Tidak	12	44,4	15	55,6	27	100	6,9	2,1-22,8	0,001
Ya	5	10,4	43	89,6	48	100			
Riwayat Penyakit									
Ada	1	33,3	2	66,7	3	100	1,7	0,2-20,6	0,54
Tidak Ada	16	22,2	56	77,8	72	100			
Lama Kerja									
>8 jam	10	23,3	33	76,7	43	100	1,1	0,4-3,2	0,89
≤ 8 jam	7	21,9	25	78,1	32	100			
Masa Kerja									
>10 tahun	10	30,3	23	69,7	33	100	2,2	0,8 -6,5	0,12
≤ 10 tahun	7	16,7	35	83,3	42	100			
Jarak Tempuh									
>10 km	11	29,7	26	70,3	37	100	2,3	0,7-6,9	0,15
≤ 10 km	6	15,8	32	84,2	38	100			
Waktu Tempuh									
>30 menit	9	30	21	70	10	100	1,9	0,6-5,9	0,22
≤30 menit	8	17,8	37	82,2	45	100			

Tabel 9 Permodelan Pertama Regresi Logistik Multivariat

Variabel	B	Nilai P	OR (CI 95%)
PM _{2,5}	0,002	0,448	1,0 (0,9 - 1,0)
Kebiasaan Olahraga	0,789	0,252	2,2 (0,6 - 8,5)
Derajat Berat Merokok	-1,373	0,106	0,2 (0,1 - 1,3)
Penggunaan APD	2,094	0,003	8,1 (2,0 - 32,7)
Riwayat Penyakit	0,361	0,814	1,4 (0,7 - 29,2)
Masa Kerja	0,848	0,249	2,3 (0,6 - 9,9)
Jarak Tempuh	0,323	0,751	1,4 (0,2 - 10,1)
Waktu Tempuh	0,724	0,479	2,0 (0,3 - 15,3)
Constant	-3,493	0,000	0,03

Tabel 10 Permodelan Akhir Multivariat Regresi Logistik

Variabel	B	Nilai P	OR (CI 95%)
PM _{2,5}	0,002	0,426	1,002 (0,9-1,0)
Constant	-1,552	0,001	0,218

Pembahasan

Pengukuran konsentrasi PM_{2,5} dilakukan pada waktu siang hari sehingga didapatkan nilai rata-rata konsentrasi PM_{2,5}. Berdasarkan hasil analisis univariat, rata-rata konsentrasi PM_{2,5} di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok adalah 178,78 µg/m³ dengan nilai konsentrasi terendah 42,59 µg/m³ di TPK Koja dan tertinggi 517,8 µg/m³ di Terminal Operasional 3. Nilai rata-rata konsentrasi PM_{2,5} tersebut melebihi nilai baku mutu lingkungan dari PP RI No.41 Tahun 1999 mengenai Pencemaran Udara dimana nilai baku mutu lingkungan PM_{2,5} selama 24 jam yaitu 65 µg/m³. Tingginya konsentrasi PM_{2,5} dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan yang melintasi pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok. Puncak padatnya kendaraan besar di Pelabuhan Tanjung Priok adalah siang hari, hal ini terlihat saat pengukuran sampel udara, kendaraan-kendaraan besar lebih banyak melintas di Pelabuhan Tanjung Priok dibandingkan pada saat pagi hari. Hasil ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan Ulfi *et al* (2011) dalam pemantauan kualitas udara ambien daerah padat lalu lintas yang menunjukkan bahwa hasil PM_{2,5} di Bundaran HI memiliki rata-rata 46,67 - 77,12 µg/m³ dan Kelapa Gading 63,45-72,57 µg/m³. Dari hasil pengukuran tersebut sebagian besar konsentrasi PM_{2,5} melebihi baku mutu yang diperbolehkan oleh pemerintah yaitu diatas 65 µg/m³. Tingginya konsentrasi PM_{2,5} disebabkan secara

signifikan dikarenakan sumber polutan dari aktivitas transportasi. Penelitian tersebut juga melihat bahwa semakin banyak kendaraan yang melintas maka semakin tinggi juga konsentrasi PM_{2,5} yang terukur. Proses pembakaran bahan bakar mesin kendaraan merupakan salah satu sumber emisi gas polutan. Proses pembakaran yang tidak sempurna pada mesin akan diemisikan lalu terkonversi menjadi partikulat akibat adanya reaksi-reaksi kimia di atmosfer. Adapun penelitian lain menunjukkan hal yang sama yaitu penelitian yang dilakukan oleh Tatjana Ivošević *et al* (2016) menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2,5} di Pelabuhan Kroasia yang diukur selama periode 2012-2015 didominasi oleh emisi hasil pembakaran mesin pada truk dan traktor yaitu sebesar 27%.

Hasil uji konsentrasi PM_{2,5} dengan kejadian PPOK menggunakan uji non parametrik Mann-Whitney-U memperlihatkan hasil bahwa pajanan PM_{2,5} pada pekerja dengan PPOK lebih tinggi dibandingkan pajanan PM_{2,5} pada pekerja yang tidak mengalami PPOK (44,71 berbanding 36,03). Hasil ini sejalan dengan studi epidemiologi yang dilakukan oleh Jo Yong Suk *et al* (2018) di Korea yang meneliti hubungan antara pajanan PM_{2,5} dan PPOK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa orang yang berada di

area dengan $PM_{2.5}$ lebih tinggi akan berisiko lebih besar terkena PPOK, hal ini ditunjukkan ketika terjadinya peningkatan konsentrasi $PM_{2.5}$ maka kasus PPOK juga ikut meningkat. Pengaruh tingkat $PM_{2.5}$ akan menyebabkan kasus penyakit pernapasan meningkat bahkan juga meningkatkan tingkat mortalitas PPOK. Studi epidemiologi yang dilakukan di China juga menunjukkan bahwa peningkatan $PM_{2.5}$ menyebabkan meningkatnya risiko terkena PPOK sebesar 1,68 (Jin, Cheng, Wang, & Zhao, 2001).

Pengaruh suhu terhadap konsentrasi $PM_{2.5}$ menunjukkan korelasi negatif, yaitu terjadinya peningkatan suhu udara maka konsentrasi $PM_{2.5}$ akan mengalami penurunan. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di China dimana antara suhu udara dengan konsentrasi $PM_{2.5}$ memiliki korelasi negatif (Li, Guo, Han, Tian, & Zhang, 2015). Sedangkan untuk kelembaban, memiliki korelasi positif terhadap konsentrasi $PM_{2.5}$ hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yao (2010) dimana kenaikan kelembaban relatif diikuti oleh kenaikan konsentrasi partikulat yang berukuran sangat kecil seperti $PM_{2.5}$ dan $PM_{1.0}$. Adapun untuk hasil analisis kecepatan angin memiliki korelasi negatif. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan di Jepang bahwa analisis persamaan garis variabel kecepatan angin menunjukkan semakin tinggi kecepatan angin maka partikulat semakin mudah terdispersi dan berpindah tempat. Pada penelitian tersebut juga menetapkan nilai tengah kecepatan angin sebesar 3 m/s. Jika kecepatan angin berada dibawah 3 m/s, maka angin akan menghembuskan partikulat keluar dari lokasi tersebut dalam jarak tertentu, namun apabila kecepatan angin tinggi maka polutan akan terbawa dari jarak yang lebih jauh dari lokasi tersebut (Wang & Ogawa, 2015).

Tidak ada hubungan yang signifikan antar umur pekerja dengan PPOK. Akan tetapi, pekerja yang berumur >35 tahun memiliki risiko terkena PPOK sebesar 1,4 kali dibandingkan pekerja yang berumur ≤ 35 tahun. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada pekerja industri semen, menunjukkan bahwa pekerja yang berusia > 30 tahun memiliki risiko untuk mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan dengan pekerja yang berusia <30 tahun (Komariah, 2016). Hasil penelitian ini tidak menunjukkan signifikansi antara keduanya mungkin dikarenakan pekerja yang memiliki usia ≤ 35 tahun lebih banyak, sedangkan penyakit PPOK mulai terlihat di usia >35 tahun, sehingga ada

kemungkinan pekerja baru akan terlihat gejala PPOK setelah usia >35 tahun. Selain itu walaupun pekerja sudah usia >35 tahun, fungsi paru mulai mengalami penurunan akan tetapi hal tersebut tidak berhubungan langsung dengan kejadian gangguan fungsi paru.

Status gizi pekerja dikategorikan menjadi status gizi normal dan tidak normal. Tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi pekerja dengan kejadian PPOK pada pekerja di Pelabuhan Tanjung Priok. Akan tetapi, pekerja yang memiliki gizi tidak normal berisiko 1,5 kali terkena PPOK dibandingkan pekerja dengan gizi normal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chen *et al* (2007) yang menemukan bahwa terdapat hubungan korelasi negatif antara status gizi dalam IMT dengan penurunan nilai FEV_1 dan FVC yang menjadi indikator utama dalam menentukan seseorang terkena PPOK atau tidak. Namun secara teori, nutrisi yang kurang pada seseorang menyebabkan berat badan yang rendah dimana hal tersebut berhubungan dengan penurunan kekuatan otot respirasi dan peningkatan mortalitas. Adapun beberapa penelitian menunjukkan bahwa status gizi tidak normal (kurus dan normal) berisiko lebih besar terkena PPOK dibandingkan pekerja dengan status gizi normal (Azad & Zamani, 2014; Komariah, 2016; Zhou et al., 2013).

Riwayat penyakit pernapasan pada pekerja tidak memiliki hubungan yang signifikan ($p\text{-value} = 0,54$ ($p\text{-value} > 0,05$)) dengan kejadian PPOK pada pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok. Namun hasil ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya yang menunjukkan terdapat hubungan antar keduanya (Niagara, 2013; Rahmatika, 2010). Adapun dalam suatu penelitian kohort berjangka panjang yaitu *The Tucson Epidemiological Study of Airway Obstructive Disease*, pada orang dewasa dengan asma menunjukkan risiko 12 kali lebih besar menderita PPOK dibandingkan orang dewasa tanpa asma. Riwayat infeksi berat semasa anak-anak berhubungan dengan penurunan faal paru dan meningkatkan gangguan pernapasan saat dewasa. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa 20% dari asma akan berkembang menjadi PPOK (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2011).

Kebiasaan berolahraga pada pekerja tidak memiliki hubungan yang signifikan antara dengan kejadian PPOK. Akan tetapi hasil nilai OR adalah 2,3 yang berarti pekerja yang tidak memiliki kebiasaan berolahraga memiliki risiko sebesar 2,3 kali terkena

PPOK dibandingkan pekerja yang memiliki kebiasaan berolahraga. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang menunjukkan terdapat hubungan antara kebiasaan berolahraga dengan kejadian PPOK (Dumat et al., 2016; Matt et al., 2016; Muthohar, 2017). Secara teori, olahraga yang dilakukan secara rutin dapat menyebabkan fungsi paru meningkat karena terjadi peningkatan penggunaan oksigen dalam darah. Olahraga juga dapat meningkatkan kekuatan otot terutama otot pernapasan yang menghasilkan intensitas yang cukup pada saat inspirasi sehingga terjadi peningkatan pada fungsi otot pernapasan (Dumat et al., 2016). Peningkatan otot pernapasan mengakibatkan terjadinya peningkatan elastisitas paru sehingga volume paru udara meningkat (Anggriawan, 2015).

Tidak ada hubungan yang signifikan antara derajat berat merokok dengan kejadian PPOK pada pekerja pintu gerbang di Pelabuhan Tanjung Priok. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada petugas penyapu jalan di Semarang (Riska Wulandari, Onny Setiani, 2015), pada pedagang tetap terminal (Marpaung, 2012) dan pekerja pabrik pembakaran batu bara di Pakistan (Raza et al., 2014). Adapun penelitian Pope et al (2002) menyebutkan bahwa standar rata-rata setiap batang rokok yang dikonsumsi oleh manusia berkontribusi merusak paru dengan dosis inhalasi sebesar 12 mg $PM_{2.5}$. Hubungan merokok dengan gangguan kesehatan merupakan hubungan *dose response*, yaitu semakin lama kebiasaan merokok, maka semakin banyak batang rokok setiap harinya sehingga meningkatkan risiko untuk mendapatkan penyakit (Fitriana & Susanti, 2015).

Penggunaan APD memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan kejadian PPOK. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada pekerja di PTAntam (Windari, Karimuna, & Teguh, 2016) dan pada pekerja di pabrik semen (Zikri, 2017). Akan tetapi dalam kesehariannya saat bekerja, APD yang dipakai oleh pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok untuk mengurangi paparan $PM_{2.5}$ masih menggunakan masker berupa *buff* masker.

Lama kerja dikategorikan menjadi dua yaitu >8 jam dan \leq 8 jam. Tidak ada hubungan yang signifikan antara lama kerja dengan kejadian PPOK pada pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok. Pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok memiliki lama kerja yang berbeda-beda, terdapat pekerja yang memiliki waktu kerja selama seminggu 48 jam dengan detail jam kerja : 12 jam/

hari selama 4 hari kerja dan 8 jam/hari selama 6 hari kerja. Jika dibandingkan dengan Undang-Undang No.13 Tahun 2003, maka jumlah jam kerja dan hari kerja yang dilakukan oleh pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok masih melebihi batas yang telah diatur. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya yang justru menunjukkan adanya hubungan antar keduanya (Putra, Rahmatullah, & Novitasari, 2012; Thaller et al., 2008). Lama kerja memengaruhi pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok, hal ini memengaruhi fungsi paru yang timbul akibat lamanya seseorang terpajan dan banyaknya debu yang terhirup.

Adapun secara statistik untuk masa kerja juga tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap kejadian gejala PPOK. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada penyapu jalan di Protokol 3,4 dan 6 Kota Semarang (Riska Wulandari, Onny Setiani, 2015), dan pada pekerja di PTAntam (Windari et al., 2016). Masa kerja berhubungan dengan terjadinya penurunan kapasitas fungsi paru sehingga dapat menimbulkan gangguan fungsi paru dalam hal ini PPOK. Semakin lama masa kerja seseorang yang bekerja pada tempat yang mengandung debu maka semakin besar pula risiko untuk mendapatkan paparan debu di lingkungan kerjanya yang akan berdampak terhadap kesehatan terutama gangguan pernapasan.

Tak hanya saat bekerja, saat menuju ke lokasi tempat kerja juga dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi pajanan bagi para pekerja. Perjalanan pekerja mencakup jarak dan waktu tempuh yang dilalui pekerja juga dapat menjadi salah satu penambah pajanan $PM_{2.5}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak tempuh dari rumah pekerja menuju ke tempat bekerja tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian gejala PPOK. Pekerja yang memiliki jarak tempuh dari rumah ke tempat kerja > 10 km berisiko 2,3 lebih tinggi terkena gejala PPOK dibandingkan dengan pekerja yang memiliki jarak tempuh \leq 10 km. Sedangkan berdasarkan hasil analisis, waktu tempuh tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap kejadian gejala PPOK. Pekerja yang memiliki waktu tempuh > 30 menit dari rumah ke tempat kerja berisiko terkena gejala PPOK dibandingkan dengan pekerja yang memiliki waktu tempuh \leq 30 menit. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan terhadap pengantar pos bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara jarak tempuh dengan gangguan fungsi paru (Dharmawan, 2012),

akan tetapi dalam penelitian lain yang dilakukan terhadap mahasiswa UNAIR menunjukkan bahwa mahasiswa yang menempuh jarak tempuh ≥ 5 km memiliki risiko 5,16 kali untuk mengalami kejadian gangguan pernapasan (Ludyaningrum, 2016). Sedangkan hasil penelitian lain yang dilakukan pada pekerja di Pelabuhan Sunda Kelapa membuktikan bahwa pekerja dengan waktu tempuh dari rumah ke tempat kerjanya lebih dari 30 menit berisiko terkena gangguan saluran pernapasan (Rosyid, 2015).

Dalam Pedoman Kriteria Transportasi Berkelanjutan dijelaskan bahwa muatan emisi polusi udara yang diperoleh dari kilometer tempuh dikalikan dengan faktor emisi, sedangkan kilometer tempuh sendiri merupakan hasil perkalian volume lalu lintas dengan jarak tempuh. Semakin besar kilometer tempuh suatu jenis kendaraan bermotor akan semakin besar muatan emisi polusi udara tersebut (Kepmenlh, 2005). Adapun jenis kendaraan yang dipakai oleh pekerja untuk menuju ke tempat kerja yaitu sebanyak 62 pekerja (82,7%) menggunakan sepeda motor, mobil pribadi 4 pekerja (5,3%), angkutan umum 5 pekerja (6,7%) dan lainnya (jalan kaki atau mobil jemputan) sebanyak 4 pekerja (5,3%). Untuk pekerja yang menggunakan sepeda motor, sebanyak 25 pekerja (40,3%) tidak menggunakan masker saat berkendara dan 37 pekerja (59,7%) menggunakan masker. Tentunya sebagian pekerja yang menggunakan sepeda motor, terlebih yang tidak menggunakan masker akan bertambah risikonya untuk terpapar $PM_{2,5}$ selama perjalanan ke tempat kerja. Semakin jauh jarak tempuh maka semakin lama seseorang terpapar dan semakin banyak jenis polutan yang terhirup dan masuk kedalam saluran pernapasan. Pemaparan debu dapat menyebabkan penyakit paru kronik. Keadaan tersebut akan terjadi setelah penderita mengalami kontak dalam waktu 10 tahun (Hyatt, Scanlon, & Nakamura, 2009). Berdasarkan pernyataan tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jarak tempuh dengan penyakit paru kronik.

Kesimpulan

Rata-rata konsentrasi $PM_{2,5}$ yang diambil di 30 titik Pintu Gerbang Pelabuhan Tanjung Priok adalah $PM_{2,5}$ 178,78 $\mu g/m^3$. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa nilai rata-rata konsentrasi $PM_{2,5}$ tersebut melebihi nilai baku mutu lingkungan sesuai PP No.41 Tahun 1999 yaitu 65 $\mu g/m^3$. Sedangkan Kejadian PPOK pada pekerja pintu gerbang di Pelabuhan Tanjung Priok sebanyak 17 pekerja (22,7%), sedangkan pekerja yang tidak PPOK

adalah 58 pekerja (77,3%). Tidak ada hubungan yang signifikan antara $PM_{2,5}$ dengan kejadian PPOK pada pekerja di Pelabuhan Tanjung Priok. Hasil uji Mann-Whitney –U memperlihatkan bahwa p -value = 0,149 (p -value > 0,05). Variabel Penggunaan APD memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian PPOK dengan p -value = 0,001 (p -value < 0,05) dan nilai OR 6,9 yang artinya pekerja yang tidak menggunakan APD berisiko 6,9 kali terkena PPOK dibandingkan pekerja yang tidak menggunakan APD. Sedangkan variabel lain karakteristik pekerja (umur, status gizi dan riwayat penyakit), perilaku pekerja (kebiasaan berolahraga, derajat merokok), karakteristik pekerjaan (lama kerja, masa kerja, jarak tempuh dan waktu tempuh) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian PPOK pada pekerja di pintu gerbang Pelabuhan Tanjung Priok.

Daftar Pustaka

- Agusti, A. (2007). Systemic Effects of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: What We Know and What We Don't Know (but Should). *Proceedings of the American Thoracic Society*, 4(7), 522–525. <https://doi.org/10.1513/pats.200701-004FM>
- Anggriawan, N. (2015). PERAN FISILOGI OLAHRAGA DALAM MENUNJANG PRESTASI. *JURNAL OLAHRAGA PRESTASI*, 11(2). Retrieved from <https://journal.uny.ac.id/index.php/jorpres/article/view/5724>
- Azad, A., & Zamani, A. (2014). Lean body mass can predict lung function in underweight and normal weight sedentary female young adults. *Tanaffos*, 13(2), 20–26. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25506372>
- CDC. (2016). CDC - Air Quality - Particle Pollution. Retrieved April 4, 2018, from https://www.cdc.gov/air/particulate_matter.html
- Dharmawan, R. A. (2012). *Faktor Yang Memengaruhi Gangguan Fungsi Paru Pada Pengantar Pos di Delivery Centre Surabaya Utara*. Universitas Airlangga Surabaya.
- Dumat, G. N., Engka, J. N. A., Sapulete, I. M., Skripsi, K., Kedokteran, F., Sam, U., ... Fisiologi, B. (2016). Pengaruh Latihan Fisik Akut terhadap FEV1 (Forced Expiratory Volume in One Second) Pada Pemain Basket Mahasiswa Fakultas Kedokteran Unsrat, 4

- (2). Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/67651-ID-pengaruh-latihan-fisik-akut-terhadap-fev.pdf>
- Fierro Marlan. (2000). Particulate Matter. Retrieved April 24, 2018, from http://www.airinfonow.org/.../Particulate_Matter.pdf
- Fitriana, P., & Susanti, E. (2015). Influence of Smoking on Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Copd). *J Majority*, 4(5), 67–75.
- Hyatt, R. E., Scanlon, P. D. (Paul D., & Nakamura, M. (Pulmonologist). (2009). *Interpretation of pulmonary function tests: a practical guide*. Lippincott Williams and Wilkins. Retrieved from <http://medicalbooks.co.nz/medical-amp-surgical/e-g/general-medicine/interpretation-of-pulmonary-function-tests-a-practical-guide-9780781778824>
- Jin, Y., Cheng, Y., Wang, H., & Zhao, C. (2001). [Effects of air pollution from burning coal on respiratory diseases in adults]. *Wei Sheng Yan Jiu = Journal of Hygiene Research*, 30 (4), 241–243, 246. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12561526>
- Kepmenlh. (2005). *Pedoman Kriteria Transportasi Berkelanjutan. Communication*. Retrieved from <http://langitbiru.menlh.go.id/upload/publikasi/pdf/pedomankriteria.pdf>
- Kim, Y., Cho, W.-K., & Evangelista, L. S. (2013). Effect of Second-Hand Smoke Exposure on Lung Function among Non-Smoking Korean Women. *Iranian Journal of Public Health*, 42 (12), 1363–1373. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26060638>
- Komariah. (2016). *Analisis Risiko PM2,5 dan Dampaknya Terhadap Penurunan Fungsi Paru Pekerja Industri Semen di Plant 06 PT Indocement Citeureup-Bogor Tahun 2016*. Universitas Indonesia, Depok.
- Li, H., Guo, B., Han, M., Tian, M., & Zhang, J. (2015). Particulate Matters Pollution Characteristic and the Correlation between PM (PM 2.5 , PM 10) and Meteorological Factors during the Summer in Shijiazhuang. *Journal of Environmental Protection*, (6), 457–463. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4236/jep.2015.65044>
- Ludyaningrum, R. M. (2016). PERILAKU BERKENDARA DAN JARAK TEMPUH DENGAN KEJADIAN ISPA PADA MAHASISWA UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 4 (3), 408–419. <https://doi.org/10.20473/jbe.v4i3>.
- Marpaung, Y. M. (2012). *Pengaruh Paparan Debu Respirable PM2,5 Terhadap Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pedagang Tetap di Terminal Terpadu Kota Depok Tahun 2012*. Universitas Indonesia, Depok.
- Matt, F., Cole-Hunter, T., Donaire-Gonzalez, D., Kubesch, N., Martínez, D., Carrasco-Turigas, G., & Nieuwenhuijsen, M. (2016). Acute respiratory response to traffic-related air pollution during physical activity performance. *Environment International*, 97, 45–55. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2016.10.011>
- Muthohar, A. (2017). Hubungan Kebiasaan Olahraga Dengan Kapasitas Vital Paru Pada Polisi Lalu Lintas di Polres Pematang, 37(April).
- Niagara, H. (2013). *Gambaran Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Terjadinya PPOK*. Universitas Riau.
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia. (2011). *PENYAKIT PARU OBSTRUKTIF KRONIK (PPOK) Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan di Indonesia*.
- Petkova, E. P., Jack, D. W., Volavka-Close, N. H., & Kinney, P. L. (2013). Particulate matter pollution in African cities. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 6(3), 603–614. <https://doi.org/10.1007/s11869-013-0199-6>
- Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association (1995)*, 56(6), 709–742. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16805397>
- Putra, D. P., Rahmatullah, P., & Novitasari, A. (2012). Hubungan Usia , Lama Kerja , dan Kebiasaan Merokok dengan Fungsi Paru pada Juru parker di Jalan Pandanaran Semarang. *Jurnal Kedokteran Muhammadiyah*, 1(2), 7–12.
- Rahmatika. (2010). *Karakteristik Penderita Penyakit Paru Obstruktif Kronik di Rawat Inap di RSUD Aceh Tamiang Tahun 2007-2008*. Universitas Sumatera Utara.
- Raza, A., Qamer, M. F., Afsheen, S., Adnan, M., Naeem, S., & Atiq, M. (2014). Particulate matter associated lung function decline in

- brick kiln workers of Jalalpur Jattan, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(1), 237–243.
- Riska Wulandari, Onny Setiani, N. A. Y. (2015). HUBUNGAN MASA KERJA TERHADAP GANGGUAN FUNGSI PARU PADA PETUGAS PENYAPU JALAN DI. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Joournal)*, 3(April), 797–806.
- Rose, K. D. C., & Tualeka, A. R. (2014). PENILAIAN RISIKO PAPARAN ASAP KENDARAAN BERMOTOR PADA POLANTAS POLRESTABES SURABAYA TAHUN 2014. *The Indonesia Journal Of Occupational Safety and Health*, 3, 46–57.
- Rosyid, R. (2015). *Analisis Hubungan Konsentrasi Particulate Matter 10 Udara Ambien Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan pernafasan akut non infeksi pada tenaga kerja bongkar muat di pelabuhan sunda*. Universitas Indonesia.
- Schultz, E. S., Litonjua, A. A., & Melén, E. (2017a). Effects of Long-Term Exposure to Traffic-Related Air Pollution on Lung Function in Children. *Current Allergy and Asthma Reports*, 17(6). <https://doi.org/10.1007/s11882-017-0709-y>
- Schultz, E. S., Litonjua, A. A., & Melén, E. (2017b). Effects of Long-Term Exposure to Traffic-Related Air Pollution on Lung Function in Children. *Current Allergy and Asthma Reports*, 17(6), 41. <https://doi.org/10.1007/s11882-017-0709-y>
- Subechi, M. F. (2015). *Hubungan Konsentrasi Partikulat Matter (PM10) di Udara Ambien Terhadap Kejadian Gangguan Kesehatan Saluran Pernapasan (Serangan Asma dan Bronkitis Kronis) Pada Pekerja di Lingkungan Pelabuhan Tanjung Priok*. Depok.
- Thaller, E. I., Petronella, S. A., Hochman, D., Howard, S., Chhikara, R. S., & Brooks, E. G. (2008). Moderate Increases in Ambient PM2.5 and Ozone Are Associated With Lung Function Decreases in Beach Lifeguards. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 50(2), 202–211. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e31816386b4>
- Torres-Sánchez, I., Rodríguez-Alzueta, E., Cabrera-Martos, I., López-Torres, I., Moreno-Ramírez, M. P., & Valenza, M. C. (2015). Cognitive impairment in COPD: a systematic review. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 41(2), 182–190. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132015000004424>
- Wang, J., & Ogawa, S. (2015). Effects of Meteorological Conditions on PM2.5 Concentrations in Nagasaki, Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(8), 9089–9101. <https://doi.org/10.3390/ijerph120809089>
- WHO. (2014). WHO | 7 million premature deaths annually linked to air pollution. WHO. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>
- Windari, D., Karimuna, S. R., & Teguh, R. (2016). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Bagian Refinery Di PTAntam TBK UBPN SULTRA Tahun 2016, (April), 1–8.
- Zhou, Y., Wang, D., Liu, S., Lu, J., Zheng, J., Zhong, N., & Ran, P. (2013). The association between BMI and COPD: The results of two population-based studies in Guangzhou, China. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 10(5), 567–572. <https://doi.org/10.3109/15412555.2013.781579>
- Zikri, R. B. (2017). *ANALISIS KONSENTRASI PM2,5 TERHADAP PENURUNAN FUNGSI PARU PADA PEKERJA INDUSTRI SEMEN DI PABRIK BOGOR PT X, KABUPATEN BOGOR, TAHUN 2017*. Universitas Indonesia.