

Penurunan Derajat Kesehatan Pedagang Akibat Paparan Debu PM_{10}

Decreasing the Degrees of Health Due to PM_{10} Exposure on Traders

Aria Gusti*, Ayu Arlesia, Luthfil Hadi Anshari
Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas
(ariagusti@ph.unand.ac.id)

ABSTRAK

PM_{10} merupakan debu berbahaya yang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, terutama peningkatan penyakit saluran pernapasan. Penelitian bertujuan mengetahui tingkat risiko kesehatan lingkungan melalui analisis risiko paparan PM_{10} pada pedagang di kawasan Pasar Siteba Kota Padang dan manajemen risiko yang dapat dilakukan. Penelitian menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai dengan Maret 2017, sebanyak 45 responden. Teknik pengambilan sampel secara *accidental sampling*. Analisis data adalah secara univariat dan ARKL. Konsentrasi rata-rata PM_{10} di tiga lokasi *sampling* adalah $150 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$. Nilai konsentrasi referensi (RfC) dari PM_{10} adalah 0,014 mg/kg/hari. Nilai intake *lifetime* paparan PM_{10} secara inhalasi di Simpang Kodam Siteba dan Simpang Perumnas Siteba memiliki nilai $RQ > 1$, menunjukkan bahwa paparan tidak aman bagi pedagang sehingga perlu dilakukan pengendalian dan nilai intake *realtime* paparan PM_{10} secara inhalasi pada ketiga lokasi *sampling* menunjukkan bahwa paparan masih aman atau tidak berisiko pada pedagang dengan nilai $RQ < 1$. Hasil perhitungan risiko *lifetime* menunjukkan terdapat dua lokasi *sampling* berisiko yaitu di Simpang Kodam Siteba dan Simpang Perumnas Siteba dengan nilai $RQ > 1$, yang menunjukkan bahwa pedagang berisiko mengalami gangguan saluran pernapasan pada 30 tahun mendatang.

Kata kunci : Analisis risiko, paparan, PM_{10}

ABSTRACT

PM_{10} is a harmful dust that can cause various health problems, especially increased respiratory diseases. This study aims to determine the level of environmental health risk through the analysis of risk of PM_{10} exposure to traders in Siteba market area and risk management can be done. This research uses Environmental Health Risk Assessment (EHRA) method. The study was conducted from November 2016 to March 2017, with 45 respondents. The sampling technique is *accidental sampling*. Data analysis is univariate and EHRA. The average concentration of PM in the three sampling sites was $150 \mu\text{m}/\text{Nm}^3$. The reference concentration value (RfC) of PM_{10} is 0.014 mg/kg/day. The lifetime value of PM_{10} through inhalation at Kodam Intersection and Perumnas Intersection has a value of $RQ > 1$, indicating that the exposure is not safe for traders so it is necessary to control and based on PM_{10} exposure of realtime intake through inhalation in the three sampling sites indicates that exposure is safe or not there is a risk to the trader with a RQ value < 1 . The results of the lifetime risk show that two sampling sites of Kodam Intersection and Perumnas Intersection have risks with $RQ > 1$, which shows that traders are at risk of developing respiratory problems in the next 30 years.

Keywords : Risk analysis, exposed, PM_{10}

PENDAHULUAN

Masalah pencemaran udara merupakan masalah global, hampir di seluruh negara mengalaminya. Pencemaran udara dapat terjadi di luar ruang (*outdoor*) maupun di dalam ruang (*indoor*). Pencemaran udara yang di luar ruang terjadi karena adanya polutan udara di luar ruang yang berasal dari sumber bergerak yaitu asap pembakaran kendaraan bermotor seperti mobil, motor, truk, dan bus maupun berasal dari sumber tidak bergerak seperti industri, proses pembangunan, aktivitas di jalan, dan jejak tanah di atas jalan raya.¹

Menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2016, terdapat 98% dari kota-kota di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah dengan lebih dari 100.000 penduduk tidak memenuhi pedoman kualitas udara berdasarkan standar yang ditetapkan WHO.¹ Asia Tenggara merupakan wilayah dengan polusi udara terburuk di dunia yang menyumbang sekitar 936.300 kematian hingga tahun 2012. Pencemaran udara di Indonesia telah mengakibatkan 60.000 kematian per tahun.²

Salah satu polutan udara yang dapat menyebabkan masalah dalam kesehatan adalah partikel debu kasar atau *Particulate Matter* (PM₁₀) merupakan campuran yang kompleks, heterogen dari asap, jelaga, debu, garam, asam, dan logam dan bervariasi dalam konsentrasi, ukuran, komposisi kimia, luas permukaan dan sumber asal.³ Partikel udara ini dalam wujud padat berdiameter kurang dari 10µm yang biasanya disebut dengan PM₁₀ dan kurang dari 2,5µm di dalam rumah (PM_{2,5}) diyakini oleh para pakar lingkungan dan kesehatan masyarakat sebagai pemicu timbulnya infeksi saluran pernapasan karena partikel padat PM₁₀ dan PM_{2,5} dapat mengendap pada saluran pernapasan daerah bronki dan alveoli.⁴

Partikulat berukuran besar dapat tertahan di saluran pernapasan atas, sedangkan partikulat berukuran kecil dapat mencapai paru-paru, setelah itu zat pencemar diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar ke seluruh tubuh. Studi telah menunjukkan bahwa polusi partikel terkait dengan fungsi paru-paru yang terancam berupa gangguan pernapasan.⁵ Dampak kesehatan yang ditimbulkan adalah Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), termasuk diantaranya asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya. Paparan jangka pendek

dan kronis dari PM₁₀ berperan dalam meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular maupun penyakit pernapasan termasuk kanker paru.^{6,7}

Hasil penelitian pada pedagang kaki lima di Semarang dan pada pekerja industri di Jakarta Timur menyatakan adanya risiko kesehatan akibat paparan terhadap PM₁₀. Berdasarkan penelitian pada pedagang kaki lima akibat aktivitas transportasi di Kota Semarang, hasil estimasi karakteristik risiko menunjukkan tingkat risiko yang diterima pedagang kaki lima pada konsentrasi PM₁₀ maksimum sudah tidak aman pada 5 tahun yang akan datang.⁸ Risiko kesehatan paparan PM₁₀ pada pekerja industri di Kebon Nanas, Jakarta Timur mulai ada dan perlu dilakukan pengendalian pada durasi paparan >5 tahun.⁹ Hasil penelitian tingkat risiko paparan *life time* PM₁₀ di Beijing didapatkan risiko kesehatan akibat paparan PM₁₀ di kawasan padat pemukiman lebih tinggi daripada daerah pinggiran.¹⁰

Konsentrasi partikel debu bergantung pada lokasi dan waktu.¹¹ Distribusi spasial konsentrasi partikel di Cina bervariasi karena perbedaan spasial dalam tingkat ekonomi lokal dan lingkungan geografis.¹² Estimasi karakterisasi risiko PM₁₀ di Cilegon Jawa Barat baik pada penduduk dewasa maupun pada anak-anak menunjukkan adanya beberapa titik lokasi yang berisiko menimbulkan dampak kesehatan masyarakat.¹³

Berdasarkan hasil pemantauan kualitas udara ambien di beberapa titik pengukuran di Kota Padang yang dilakukan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapedalda), yaitu di depan SMA 1 Padang, Perumahan Asratek Kelurahan Ulak Karang Selatan, dan Perumahan Unand Gadut Kelurahan Limau Manis dengan konsentrasi PM₁₀ belum melewati nilai ambang batas atau baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Pada peraturan ini baku mutu PM₁₀ adalah 150µg/Nm³. Namun, untuk titik pengukuran di depan Masjid Al-Munawarah Siteba pada tahun 2014 kadar PM₁₀ melewati nilai ambang batas atau baku mutu dengan nilai konsentrasi PM₁₀ yaitu 157,1 µg/Nm³, serta konsentrasi PM₁₀ di titik pengukuran di depan Masjid Al-Munawarah Siteba paling tinggi konsentrasinya dibandingkan lokasi titik pengukuran lainnya. Pengukuran yang dilakukan

Bapedalda di depan Mesjid Al-Munawarah Siteba untuk mengetahui kadar PM_{10} di udara kawasan perumahan.

Kawasan Pasar Siteba terletak di Jalan Raya Siteba Kota Padang yang merupakan kawasan padat transportasi yang dilalui oleh kendaraan pribadi maupun kendaraan umum, seperti angkutan kota jurusan Pasar Raya-Siteba. Emisi kendaraan ini menghasilkan debu PM_{10} yang dapat memberikan gangguan kesehatan pada saluran pernapasan pedagang yang berada di kawasan Pasar Siteba, mengingat jarak jalan dengan toko ataupun gerobak pedagang yang tidak terlalu jauh dari jalan raya. Sumber debu PM_{10} di Kawasan Pasar Siteba ini juga bersumber dari naiknya atau terangkatnya debu dari jalan akibat lalu lintas kendaraan serta jejak tanah di atas jalan raya, serta tidak kalah pentingnya kebersihan pasar itu sendiri. Risiko kesehatan akibat berbagai sumber pencemar PM_{10} di Pasar Siteba menjadikan penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Risiko didefinisikan sebagai kemungkinan atau kebolehan dari suatu dampak buruk pada organisme, sistem, atau sub populasi yang timbul akibat terpajan suatu agen pada kondisi tertentu. Analisis risiko kesehatan (*health risk assessment*) adalah suatu proses memperkirakan besaran masalah kesehatan dan akibat yang ditimbulkannya pada suatu waktu tertentu dengan tujuan memprediksi adanya gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pajanan bahaya *risk agent*.¹⁴

Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat risiko kesehatan lingkungan pajanan PM_{10} pada pedagang di kawasan Pasar Siteba Kota Padang

dan manajemen risiko yang dapat dilakukan. Hasil penelitian ini tidak hanya bermanfaat dalam pengendalian risiko, tetapi juga dapat digunakan sebagai kerangka ilmiah dalam pengambilan keputusan dan kebijakan dalam mengatasi masalah kesehatan dan lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL bertujuan menghitung tingkat risiko yang diterima suatu populasi akibat adanya pajanan lingkungan. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2016 sampai dengan Maret 2017, dengan 45 responden. Teknik pengambilan sampel manusia adalah *accidental sampling* dengan pertimbangan populasi yang homogen dan aktivitas yang padat dan sesak di pasar sementara sampel konsentrasi PM_{10} diambil dengan menggunakan alat Staplex Model TFIA series *High Volume Air Samplers*. Pengumpulan data antropometri, pola aktivitas, dan data penunjang lainnya adalah dengan wawancara menggunakan kuesioner.

Beberapa prosedur yang dilakukan meliputi identifikasi bahaya dan sumber risiko, analisis *dose respons*, analisis pemajanan, dan karakterisasi risiko. Tingkat risiko dinyatakan dalam *Risk Quotion* (RQ) yang dinyatakan sebagai perbandingan antara nilai intake dengan dosis referensinya (RfC). Intake merupakan jumlah konsentrasi yang dihirup per kilogram berat badan per harinya, sedangkan RfC merupakan perkiraan dosis pajanan harian yang tidak menimbulkan efek kesehatan dalam pajanan *lifetime*. Suatu keadaan

Tabel 1. Konsentrasi PM_{10} di Udara Kawasan Pasar Siteba

Titik <i>Sampling</i>	Waktu	Lama Pengukuran	Konsentrasi	Baku Mutu
Simpang Kodam	11.00-17.00	6 jam	230 $\mu m/Nm^3$	150 $\mu m/Nm^3$
Simpang Perumnas	09.50-15.50	6 jam	143 $\mu m/Nm^3$	150 $\mu m/Nm^3$
Belakang Pasar	09.45-16.45	7 jam	77 $\mu m/Nm^3$	150 $\mu m/Nm^3$
Rata-rata	-	6,3 jam	150 $\mu m/Nm^3$	150 $\mu m/Nm^3$

Tabel 2. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Responden

Karakteristik	Mean	Median	Modus	Min	Max	SD
Umur (tahun)	38,36	38	35	19	60	10,14
Berat Badan (Wb) (kg)	61,11	60	60	45	82	9,4
Lama Pajanan (tE) (jam/hari)	10,73	11	10	6	16	2,37
Frekuensi Pajanan (fE) (Hari/tahun)	334,96	334	334	287	365	18,4
Durasi Pajanan (Dt) (tahun)	11,6	9	2	1	55	10,92

dinyatakan berisiko dan dibutuhkan manajemen pengendalian apabila nilai $RQ > 1$.

Nilai konsentrasi referensi (RfC) PM₁₀ belum terdapat pada *Integrated Risk Information System* (IRIS) maupun *Minimum Risk Level* (MRL) tabel, sehingga nilai konsentrasi referensi untuk PM₁₀ dicari berdasarkan baku primer (*primary standart*) *National Ambient Air Quality Standard* (NAAQS) untuk PM₁₀ adalah sebesar 150 µg/m³ (*arithmetic mean* tahunan).¹⁵ Berdasarkan konsentrasi aman $I = RfC$ artinya *intake* aman pada responden sebesar nilai RfC , dengan nilai *default* $R = 0,83$ m³/jam, $tE = 24$ jam/hari, $fE = 350$ hari/tahun, $Wb = 70$ kg, $t_{Avg} = 365$ hari/tahun. Maka nilai konsentrasi referensi (RfC) PM₁₀ adalah 0,014 mg/kg/hari.

Tabel 2 menunjukkan bahwa umur rata-rata responden adalah 38,36 tahun dan umur tertinggi adalah 60 tahun. Rata-rata berat badan (w_b) responden adalah 61,11 kg dengan berat badan tertinggi adalah 82 kg. Lama paparan harian rata-rata yang diterima responden selama berdagang adalah 10,73 jam/hari, frekuensi paparan responden (f_E) dalam satu tahun terpajan adalah 334 hari/tahun, selain itu durasi paparan (D_i) rata-rata responden selama berdagang adalah 11,6 tahun, durasi paparan paling lama adalah 55 tahun dan paparan tersingkat selama 1 tahun. Oleh karena laju inhalasi untuk orang Indonesia belum ada, untuk perhitungan *intake* digunakan berdasarkan US-EPA, nilai laju inhalasi dengan *default* untuk orang dewasa adalah 20 m³/hari atau 0,83 m³/jam.¹⁶

Tabel 3. Intake Lifetime dan Intake Realtime PM₁₀ pada Pedagang

Titik Sampling	Intake Lifetime	Intake Realtime
Simpang Kodam	0,0306 mg/kg/hari	0,0118 mg/kg/hari
Simpang Perumnas	0,0190 mg/kg/hari	0,0073 mg/kg/hari
Belakang Pasar	0,0102 mg/kg/hari	0,0039 mg/kg/hari
Intake Rata-rata	0,0200 mg/kg/hari	0,0077 mg/kg/hari

Tabel 4. Nilai Risk Quotient (RQ) Paparan PM₁₀ Lifetime pada Pedagang

Titik Sampling	Intake Lifetime	RfC	RQ	Risiko
Simpang Kodam	0,0306 mg/kg/hari	0,014	2,18	Berisiko
Simpang Perumnas	0,0190 mg/kg/hari	0,014	1,3	Berisiko
Belakang Pasar	0,0102 mg/kg/hari	0,014	0,72	Tidak Berisiko
Intake Rata-rata	0,0200 mg/kg/hari	0,014	1,42	Berisiko

HASIL

Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa hasil pengukuran konsentrasi PM₁₀ tertinggi adalah pada Simpang Kodam sebesar 230 µm/Nm³, konsentrasi terendah pada Belakang Pasar sebesar 77 µm/Nm³, dan konsentrasi rata-rata pada tiga titik *sampling* sebesar 150 µm/Nm³. Konsentrasi PM₁₀ pada Simpang Kodam sudah melewati baku mutu atau nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Lingkungan dengan nilai konsentrasi PM₁₀ yaitu 230 µm/Nm³. Pada peraturan ini baku mutu PM₁₀ adalah 150 µg/Nm³. Sedangkan konsentrasi PM₁₀ pada Simpang Perumnas sebesar 143 µm/Nm³ dan Belakang Pasar sebesar 77 µm/Nm³ masih berada di bawah baku mutu.

Tabel 3 menunjukkan bahwa *intake lifetime* tertinggi sebesar 0,0306 mg/kg/hari yang berlokasi di Simpang Kodam dengan *intake lifetime* terendah sebesar 0,0102 mg/kg/hari yang berlokasi di Belakang Pasar, sedangkan *intake realtime* tertinggi sebesar 0,0118 mg/kg/hari yang juga berlokasi di Simpang Kodam dengan *intake realtime* terendah sebesar 0,0039 mg/kg/hari yang berlokasi di Belakang Pasar.

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai RQ paparan *lifetime* PM₁₀ pada dua titik *sampling* dan dengan konsentrasi rata-rata pada tiga titik memiliki $RQ > 1$, yang artinya pemajanan tidak aman bagi pedagang sehingga perlu dilakukan pengendalian, sedangkan satu titik *sampling* yang berlokasi di Belakang Pasar memiliki $RQ < 1$. Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5, nilai *Risk*

Tabel 5. Nilai Risk Quotient (RQ) Paparan PM₁₀ Realtime pada Pedagang

Titik Sampling	Intake Lifetime	RfC	RQ	Risiko
Simpang Kodam	0,0118 mg/kg/hari	0,014	0,84	Tidak Berisiko
Simpang Perumnas	0,0073 mg/kg/hari	0,014	0,52	Tidak Berisiko
Belakang Pasar	0,0039 mg/kg/hari	0,014	0,27	Tidak Berisiko
Intake Rata-rata	0,0077 mg/kg/hari	0,014	0,55	Tidak Berisiko

Quotient (RQ) paparan *realtime* pada pedagang di Kawasan Pasar Siteba pada seluruh titik *sampling* dan berdasarkan *intake* rata-rata memiliki $RQ < 1$, yang artinya pemajanan masih aman atau tidak berisiko pada pedagang.

PEMBAHASAN

Konsentrasi PM₁₀ di Simpang Kodam sebesar 230 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sudah melewati baku mutu atau nilai ambang batas berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Lingkungan dengan nilai konsentrasi PM₁₀ (150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$). Sedangkan konsentrasi PM₁₀ pada Simpang Perumnas sebesar 143 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, Belakang Pasar sebesar 77 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ masih berada di bawah baku mutu dan konsentrasi rata-rata PM₁₀ di ketiga lokasi *sampling* sama dengan baku mutu, yaitu sebesar 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Berdasarkan penelitian Suhananto pengukuran konsentrasi PM₁₀ yang dilakukan di sepanjang Jalan Raya Bogor, Kota Depok terdapat satu titik lokasi pengukuran yang melewati baku mutu jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Lingkungan dengan konsentrasi PM₁₀ sebesar 159 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, hal ini disebabkan oleh industri di sekitar titik pengukuran, dekat dengan titik kemacetan, dan tanpa adanya tutupan vegetasi.¹⁷ Secara keseluruhan perbedaan konsentrasi PM₁₀ di wilayah tidak bervegetasi rata-rata konsentrasinya tinggi dibandingkan dengan wilayah bervegetasi.^{4,17}

Jumlah kendaraan yang melintas, titik kemacetan, dan kegiatan menaikkan dan menurunkan penumpang dari angkutan kota jurusan Pasar Raya-Siteba menjadi penyebab tingginya konsentrasi PM₁₀ pada lokasi titik *sampling* yaitu Simpang Kodam. Hal ini sejalan dengan penelitian Zhang yang dilakukan di Beijing bahwa secara keseluruhan, knalpot kendaraan, pembakaran ba-

tubara, dan debu dari aktivitas transportasi menjadi sumber utama PM₁₀.¹⁸ Konsentrasi PM₁₀ lebih tinggi di kawasan industri dibanding kawasan domestik.^{19,20}

Selain itu, keberadaan tanaman dan pepohonan memberikan pengaruh terhadap rendah atau tingginya konsentrasi PM₁₀ pada udara ambien. Sepanjang jalan Simpang Kodam, tidak terdapat pepohonan yang dapat menyerap polusi. Pada Simpang Perumnas jumlah kendaraan yang melintas tidak sebanyak kendaraan yang melintas di Simpang Kodam sedangkan di Belakang Pasar terdapat beberapa pohon yang dapat menyerap polusi atau debu pada udara ambien.

Berdasarkan rumus asupan (*intake*) berat badan berbanding terbalik dengan besarnya asupan. Apabila faktor lain dianggap konstan dapat disimpulkan, semakin besar berat badan seseorang maka akan semakin kecil nilai asupan yang diterimanya begitupun sebaliknya semakin kecil berat badan maka semakin besar nilai asupan yang diterima. Selain itu, menurut Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (Dirjen P2PL) 2012, nilai *default* untuk frekuensi paparan adalah 350 hari/tahun, durasi paparan (D_i) adalah 30 tahun, serta berat badan (w_b) adalah 55kg.

Hasil pengukuran antropometri dan pola aktivitas pada pedagang di Kawasan Pasar Siteba antara lain rata-rata umur responden yaitu 38,36 tahun, rata-rata berat badan (w_b) responden sebesar 61,11 kg, lama paparan (t_e) harian rata-rata yang diterima responden selama berdagang yaitu 10,73 jam/hari, frekuensi paparan responden (f_e) dalam satu tahun terpajan yaitu 334 hari/tahun, serta durasi paparan (D_i) rata-rata responden selama berdagang yaitu 11,6 tahun.

Pada penelitian ini, responden terbanyak berjenis kelamin laki-laki sebesar 55,6%. Tingkat pendidikan terbanyak pada responden adalah tamat SMA sebesar 53,3% atau sebanyak 24 orang

dari 45 responden. Rendahnya tingkat pendidikan responden akan berpengaruh pada rendahnya pengetahuan mengenai bahaya pencemaran udara serta perlindungan diri dari udara tercemar sehingga, responden dengan pendidikan yang rendah akan lebih berisiko untuk mendapat gangguan kesehatan terutama gangguan pernapasan akibat paparan pencemaran udara ambien.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai gambaran gangguan pernapasan, dapat digambarkan gejala gangguan pernapasan dominan yang pernah dialami responden selama berdagang di kawasan Pasar Siteba adalah sesak napas, nyeri dada, dan batuk sebesar 73,3% merupakan gejala potensial apabila terpapar PM₁₀ dalam jangka waktu cukup lama. Berdasarkan uraian tersebut, responden sudah merasakan efek kesehatan dari paparan PM₁₀ yang dapat meningkatkan risiko penyakit gangguan pernapasan pada pedagang di kawasan Pasar Siteba.

Kondisi tersebut ditambah dengan kondisi pedagang yang mengharuskan untuk tetap berada di lokasi secara terus-menerus. Sedangkan menurut WHO, efek kesehatan paparan PM₁₀ dalam waktu singkat dapat mempengaruhi reaksi radang paru-paru, ISPA/gejala pada saluran pernapasan, meningkatkan efek pada sistem kardiovaskular, meningkatnya perawatan gawat darurat, peningkatan penggunaan obat serta peningkatan kematian. Sedangkan efek kesehatan jangka panjang menunjukkan adanya peningkatan gejala pada saluran pernapasan bawah, eksaserbasi asma, penurunan fungsi paru pada anak-anak, peningkatan obstruktif paru-paru kronis, penurunan rata-rata usia harapan hidup, terutama kematian akibat *cardiopulmonary* dan probabilitas kejadian kanker paru sehingga, dapat dikatakan partikulat merupakan prediktor mortalitas dan morbiditas pada masyarakat.

Berdasarkan perhitungan rumus, nilai konsentrasi referensi (*RfC*) paparan PM₁₀ sebesar 0,014 mg/kg/hari. Nilai *RfC* ini sama dengan nilai yang digunakan pada penelitian Suryaman dan Wulandari.^{8,21} Berbeda dengan nilai yang digunakan pada penelitian Nukman dengan nilai *RfC* PM₁₀ 0,03mg/kg/hari yang diturunkan dari studi epidemiologi di Taiwan dan berbeda juga dengan penelitian Suhananto dengan nilai *RfC* PM₁₀ sebesar 0,0018mg/kg/hari yang diturunkan dari baku

primer (*primary standart*) NAAQS untuk episode 24 jam.^{17,22}

Analisis paparan dilakukan berdasarkan dua kategori yaitu *intake* paparan *realtime* dan *intake* paparan *lifetime* atau *lifespan*. Semakin besar nilai konsentrasi PM₁₀, maka akan semakin besar asupan (*intake*) yang diterima oleh responden. Variabel yang digunakan dalam perhitungan *intake* ini terdiri dari konsentrasi (C) PM₁₀ dan memasukkan nilai-nilai karakteristik antropometri dan pola aktivitas yang terdiri dari laju asupan (R), waktu paparan (t_E), frekuensi paparan (f_E), durasi paparan (D_t), berat badan (W_b), dan periode rata-rata (t_{avg}).

Berdasarkan hasil analisis paparan yang terdiri dari kategori *intake* paparan *lifetime* dan *intake* paparan *realtime* didapatkan nilai *intake* paparan *lifetime* di Simpang Kodam sebesar 0,0306 mg/kg/hari, Simpang Perumnas sebesar 0,0190 mg/kg/hari, Belakang Pasar sebesar 0,0102 mg/kg/hari, dan *intake* rata-rata sebesar 0,0200 mg/kg/hari. Sedangkan *intake* paparan *realtime* di Simpang Kodam sebesar 0,0118 mg/kg/hari, Simpang Perumnas sebesar 0,0073 mg/kg/hari, Belakang Pasar sebesar 0,0039 mg/kg/hari, dan *intake* rata-rata sebesar 0,0077 mg/kg/hari. Perbedaan nilai *intake* pada masing-masing lokasi *sampling* ini dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi PM₁₀.

Nilai asupan atau *intake* yang lebih tinggi dapat menjadikan lokasi tersebut menjadi lebih berisiko dari pada lokasi lainnya. Semakin lama durasi paparan harian, frekuensi paparan tahunan, dan waktu responden yang terpapar agen risiko, maka semakin besar nilai asupan (*intake*) yang diterima orang tersebut dan semakin berisiko terhadap gangguan kesehatan akibat paparan *risk agent* tersebut. Selain itu, nilai asupan atau *intake* berbanding terbalik dengan berat badan. Semakin besar berat badan, maka akan semakin kecil asupan (*intake*) yang diterima oleh responden ataupun sebaliknya.

Nilai besarnya risiko responden berdasarkan *intake* yang diterima (RQ) secara *lifetime* dan *realtime* yang dikaji dalam penelitian ini dengan nilai *RfC* PM₁₀ yaitu sebesar 0,014 mg/kg/hari. Hasil perhitungan risiko *lifetime* yang didapatkan dari perbandingan antara *intake* dan nilai *RfC* menghasilkan 2 daerah berisiko (RQ>1) yaitu Simpang Kodam dan Simpang Perumnas serta untuk RQ dengan *intake* rata-rata juga menghasilkan RQ>1

yang artinya pemajanan tidak aman bagi pedagang sehingga perlu dilakukan pengendalian, sedangkan satu titik *sampling* yang berlokasi di Belakang Pasar memiliki $RQ < 1$. Hasil perhitungan risiko *realtime* yang didapatkan dari perbandingan antara *intake* dan nilai RfC dengan menggunakan durasi pajanan sebenarnya didapat nilai $RQ < 1$ pada seluruh lokasi *sampling*, artinya pemajanan masih aman atau tidak berisiko pada pedagang.

Berdasarkan hasil perhitungan, konsentrasi (C rata-rata harian) PM_{10} yang aman atau diperbolehkan terpajan pada pedagang di kawasan Pasar Siteba sebesar $0,104 \text{ mg/m}^3$ atau $104 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$ untuk pajanan seumur hidup (*lifetime*), sedangkan nilai konsentrasi yang didapatkan dari hasil perhitungan konsentrasi maksimum adalah sebesar $0,230 \text{ mg/m}^3$ atau $230 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$ dengan konsentrasi rata-rata pada ketiga titik *sampling* yaitu $0,150 \text{ mg/m}^3$ atau $150 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$.

Berdasarkan hasil pengukuran, waktu pajanan (t_E) yang aman bagi pedagang adalah selama 4,8 jam/hari pada konsentrasi maksimum, sedangkan waktu pajanan (t_E) yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah selama 10,73 jam/hari. Selain itu, frekuensi pajanan (f_E) yang aman bagi pedagang dalam satu tahun terpajan adalah selama 152 hari/tahun, sedangkan frekuensi pajanan (f_E) yang didapatkan dari hasil perhitungan adalah selama 334 hari/tahun.

Penurunan konsentrasi pajanan PM_{10} akibat transportasi adalah dengan membatasi usia kendaraan bermotor dan penggunaan bahan bakar gas. Hal ini sejalan dengan penelitian Zhang dan juga penelitian Laumbach yang menyatakan kontrol kendaraan emisi akan menjadi strategi yang memungkinkan untuk mengurangi polusi PM_{10} .^{18,23} Selain itu, menurunkan konsentrasi PM_{10} dapat dilakukan dengan menanam pepohonan atau dengan pemanfaatan vegetasi di Sepanjang Jalan Raya Siteba. Sedangkan untuk mengurangi waktu pajanan dan frekuensi pajanan tidak memungkinkan untuk diterapkan pada pedagang karena para pedagang tidak memiliki aturan jam kerja atau aturan jam berdagang harian serta mengingat faktor sosial dan ekonomi, sehingga pengendalian yang dapat dilakukan adalah penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker, tetapi penggunaan masker ini sangat tergantung kepada kesadaran individu masing-masing.

Komunikasi risiko merupakan tindak lanjut dari penelitian ARKL ini. Pihak-pihak yang bertanggung jawab agar dapat mengurangi dampak pajanan PM_{10} di kawasan Pasar Siteba. Bagi pemerintah terkait agar dapat membuat fasilitas parkir yang memadai, selain itu pengaturan lalu lintas untuk kendaraan umum seperti angkutan kota dan bentor sangat diperlukan untuk mengurangi kemacetan untuk kenyamanan serta keselamatan pengendara lainnya. Selain itu, UPTD Pasar Nanggalo atau Pasar Siteba agar dapat menyampaikan informasi dan mensosialisasikan dampak kesehatan pajanan PM_{10} ini. Sehingga, para pedagang dapat waspada dengan pajanan PM_{10} seperti dengan mengurangi waktu berdagang per hari. Untuk mengurangi risiko dan dampak yang akan terjadi perlu dilakukan kerjasama antar pemerintah dan populasi berisiko agar manajemen risiko dapat terlaksana dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perhitungan tingkat risiko *lifetime* dihasilkan 2 lokasi berisiko terhadap pajanan PM_{10} ($RQ > 1$) yaitu Simpang Kodam dan Simpang Perumnas serta untuk RQ dengan *intake* rata-rata juga menghasilkan $RQ > 1$ yang artinya pemajanan PM_{10} tidak aman bagi pedagang di Pasar Siteba, Padang. Sedangkan hasil perhitungan tingkat risiko *realtime* nilai $RQ < 1$ pada seluruh lokasi *sampling* yang artinya pemajanan masih aman bagi pedagang. Manajemen risiko yang dapat dilakukan adalah dengan menurunkan nilai konsentrasi PM_{10} melalui pembatasan usia kendaraan bermotor, penggunaan bahan bakar gas, serta penanaman pepohonan atau dengan pemanfaatan vegetasi di sepanjang Jalan Raya Siteba.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. Air Pollution Levels Rising in Many of the World's Poorest Cities [Internet]. 2016. Available from : <http://www.who.int/news-room/detail/12-05-2016-air-pollution-levels-rising-in-many-of-the-world-s-poorest-cities>.
2. Ahmad AA, Khoiron, Ellyke. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dengan Risk Agent Total Suspended Particulate di Kawasan Industri Kota Probolinggo. e-Jurnal Pustaka Kesehatan. 2014;2(2):346–52.
3. Lina Thabethe ND, Engelbrecht JC, Wright

- CY, Oosthuizen MA. Human Health Risks Posed by Exposure to PM₁₀ for Four Life Stages in a Low Socio-Economic Community in South Africa. *Pan Afr Med J.* 2014;7(18):206. DOI : 10.11604/pamj.2014.18.206.3393.
4. Gusti A. Comparison of Risk Level of Exposure to PM₁₀ on Students at Vegetated and Non Vegetated Elementary School in Padang City. *International Journal of Applied Engineering Research.* 2017;12(20):9434-9437.
5. Liu SK, Cai S, Chen Y, Xiao B, Chen P, Xiang XD. The Effect of Pollutational Haze on Pulmonary Function. *J Thorac Diseases.* 2016;8(1):E41-56.
6. WHO. Health Aspect of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Germany : World Health Organization; 2003.
7. Kelly FJ, Fussell JC. Air Pollution and Public Health: Emerging Hazards and Improved Understanding of Risk. *Environmental Geochemistry and Health.* 2015;37(4):631-49.
8. Wulandari A, D YH, Raharjo M. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Particulate Matter (PM₁₀) pada Pedagang Kaki Lima Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Jalan Kaligawe Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 2016;4:677-91.
9. Azni IN, Wispriyono B, Sari M. Analisis Risiko Kesehatan Paparan PM₁₀ pada Pekerja Industri Readymix Pt. X Plant Kebon Nanas Jakarta Timur. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia.* 2015;10:203-9.
10. Xu L-Y, Yin H, Xie X-D. Health Risk Assessment of Inhalable Particulate Matter in Beijing Based on the Thermal Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2014;11(12):12368-88.
11. Aisyiah K, Latra IN. Pemodelan Konsentrasi Partikel Debu (PM₁₀) pada Pencemaran Udara di Kota Surabaya dengan Metode Geographically-Temporally Weighted Regression. *J Sains Dan Seni Pomits.* 2014;2(1):1-6.
12. An X, Hou Q, Li N, Zhai S. Assessment of Human Exposure Level to PM₁₀ in China. *Atmospheric Environment.* 2013;70:376-86.
13. Bedah S, Latifah I. Risiko Paparan Konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2,5} di Kecamatan Ciwandan, Cilegon Jawa Barat Tahun 2014. *Jurnal Ilmiah Kesehatan.* 2017;9(1):93-102.
14. Kementerian Kesehatan. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI; 2012.
15. US.EPA. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) [Internet]. 2012. Available from: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>.
16. Rifa B, Hanani Y. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) pada Pemulung Akibat Timbulan Sampah di TPA Jatibarang Kota. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 2016;4:692-701.
17. Suhananto Z. Perbandingan Tingkat Risiko Paparan PM₁₀ pada Jalan Raya Bervegetasi dan Tidak Bervegetasi terhadap Kesehatan Penduduk [Skripsi]. Depok : FKM Universitas Indonesia; 2013.
18. Zhang R. Organic Carbon and Elemental Carbon Associated with PM₁₀ in Beijing During Spring Time. *J Hazard Mater.* 2009;172(2-2):970-7.
19. Ruslinda Y, Wiranata D. Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang Akibat Pencemar PM₁₀. *Jurnal Teknik Lingkungan Unand.* 2014;21(2):19-28.
20. Karagulian F, Belis CA, Dora CFC, Prüss-Ustün AM, Bonjour S, Adair-Rohani H, et al. Contributions to Cities' Ambient Particulate Matter (PM): A Systematic Review of Local Source Contributions at Global Level. *Atmospheric Environment.* 2015;120:475-483. DOI : 10.1016/j.atmosenv.2015.08.087.
21. Suryaman US, Rahman A. Wilayah Aman Bagi Pemukiman Dekat Tambang Batu Kapur: Suatu Pendekatan Manajemen Risiko. *Jurnal Ekologi Kesehatan.* 2011;10(4):256-66.
22. Nukman A, Rahman A, Warouw S, Setiadi MI, Akib CR. Risk Analysis and Health Management of Air Pollution: Case Study in Nine Major Solid Transportation Cities. *Journal Health Ecology.* 2005;4(2):270-89.
23. Laumbach R, Meng Q, Kipen H. What Can Individuals do to Reduce Personal Health Risks from Air Pollution?. *Journal of Thoracic Disease.* 2015;7(1): 96-107.