Analisis Risiko Non Karsinogenik Paparan PM¹⁰ di Kawasan Komersial, Kota Jambi

Rizki Andre Handika^{1*}, Solikhati Indah Purwaningrum², Resti Ayu Lestari³

^{1,2}Environmental Engineering Dept., Faculty of Engineering, Jambi University

³Environmental Engineering Dept., Faculty of Engineering, Andalas University

*Koresponden email: rizki_ah@unja.ac.id

Diterima: 15 Mei 2019

Disetujui: 12 Juli 2019

Abstract

PM¹⁰ Pollutant is an air particulate that cannot be detected by a nose hair. It contains carcinogenic and non-carcinogenic chemical components. This study, therefore, aims to quantify the concentration of PM¹⁰ and identify the risks of the non-carcinogenic type's exposure to the public's health in the commercial area of Pasar Jambi sub-district. Measurement of PM¹⁰ concentration was performed on Sunday (weekend) and Monday (weekday) using high volume air sampler (HVAS). Furthermore, questionnaire and interviewing were implemented on 95 people amounting to 12% of the total population. The result shows that PM¹⁰ concentrations were observed to have exceeded ambient air quality standards of 196.9 µg/m³ on weekend and 2.094 µg/m³ weekday. Furthermore, the average concentration of Al and Mn in PM¹⁰ were 1.69384 µg/m³ and 0.04191 µg/m³ respectively. Although the public health activity was already at the risk of PM¹⁰ non-carcinogenic exposure in the commercial district (i.e RQ > 1), there has not been any environmental health risks for the non-carcinogenic metals (Al and Mn) to the society. Therefore, risk management is carried out to protect the population from PM¹⁰ risks. Risk management comprises calculating the safe concentration, duration, frequency, and time of exposure on these weekend and weekday.

Keywords: PM¹⁰ pollutant, Non-Carcinogenic, Exposure, Risk Analysis, Commercial Area.

Abstrak

Polutan PM¹⁰ merupakan partikel udara yang sudah tidak terdeteksi lagi oleh bulu hidung dan mengandung komponen kimia yang bersifat karsinogenik maupun non karsinogenik. Penelitian ini dimaksudkan untuk menghitung konsentrasi PM¹⁰ dan mengidentifikasi risiko paparan PM¹⁰ non karsinogenik pada penduduk yang terpapar di kawasan komersial Kecamatan Pasar Jambi. Pengukuran konsentrasi PM¹⁰ dilaksanakan pada Minggu (hari libur) dan Senin (hari kerja) menggunakan HVAS. Sedangkan kuesioner dan wawancara dilakukan kepada sampel masyarakat sebanyak 95 orang yang merupakan 12% dari jumlah populasi. Hasilnya didapatkan bahwa kondisi PM¹⁰ telah melewati standar yang dipersyaratkan sebesar 196,9 µg/m³ (Minggu) dan 209,4 µg/m³ (Senin), dimana konsentrasi rata-rata logam Al dan Mn pada hari libur dan hari kerja secara berturut-turut adalah 1,69384 µg/m³ dan 0,04191 µg/m³. Hal ini menandakan bahwa paparan PM¹⁰ non karsinogenik sudah berisiko secara umum, kecuali dari logam Al dan Mn yang belum memberikan risiko. Oleh karena itu diperlukan upaya manajemen risiko meliputi penghitungan konsentrasi, frekuensi, durasi dan waktu paparan aman baik pada hari libur maupun di hari kerja tersebut.

Kata kunci: pencemar PM¹⁰, non karsinogenik, paparan, analisis risiko, wilayah komersial

1. Pendahuluan

Polutan PM¹⁰ merupakan partikel udara dalam wujud padat berdiameter ≤ 10 mikrometer (Nurjazuli dan Fikri, 2010). Dalam ukuran tersebut, polutan ini sudah tidak terdeteksi oleh bulu hidung sehingga dapat menembus ke jaringan sistem respirasi pada manusia yang berefek terhadap gangguan-gangguan kesehatan di bagian itu. Hal tersebut diakibatkan karena sifatnya yang karsinogenik maupun non karsinogenik (Wulandari dkk, 2016), sehingga mengandung logam-

logam berbahaya seperti Na, Ca, Mg, Fe, Al, Zn, Ni, K, Si, Pb, Cu, Mn, dan Cd (USEPA, 2013; Ruslinda & Hafidawati, 2012).

Polutan ini perlu mendapat perhatian karena risiko kesehatannya dan hubungannya dengan perkembangan pembangunan yang akhir-akhir ini dilakukan oleh kota-kota di Indonesia. Risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh PM¹⁰ diantaranya menyebabkan infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), asma, bronchitis, risiko penyakit paru obstruktif menahun,

Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Sumber: Google Maps (2018)

dan penyakit pernapasan lainnya (Ruslinda dkk, 2015), dimana kondisi tutupan lahan mempengaruhi besar konsentrasinya. Dari penelitian Magita & Muzayanah (2018), diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai PM^{10} menurut kondisi tutupan lahan yang pengaruhnya terhadap konsentrasi polutan tersebut sampai sebesar 92,7%. Oleh karena itu walaupun di beberapa kota di Indonesia, termasuk Kota Jambi telah memiliki alat pemantauan yang 24 jam, hal tersebut masih kurang memadai dalam kaitannya antara pengaruh PM^{10} terhadap kesehatan penduduk (Limaye dkk, 2018).

Konsentrasi PM^{10} di Kota Jambi dapat terus mengalami peningkatan. Dengan rata-rata sebesar 0,3% per tahun yang dihitung sejak 2007 sampai dengan 2014, diperkirakan peningkatan ini akan terus terjadi pada tahun-tahun berikutnya akibat faktor-faktor pemicunya dalam bentuk peningkatan jumlah kendaraan bermotor, pembakaran hutan/lahan, kegiatan komersial, domestik, serta aktivitas industri di kota Jambi yang semakin bertambah (Takriyanti dkk, 2015). Kondisi PM_{10} di beberapa titik di kota Jambi menurut Saputra dkk (2019) baik pada saat hari libur maupun hari kerja diketahui bahwa kawasan pinggir jalan raya masih merupakan yang tertinggi konsentrasi PM_{10} -nya ($83,2 - 112,8 \mu g/m^3$), dibandingkan dengan kawasan perkantoran dan perumahan.

Dalam kaitannya dengan sektor komersial, pertumbuhan kota Jambi yang dibuktikan dengan tingkat pertumbuhan ekonomi menjadi di atas

Provinsi Jambi dalam tiga tahun terakhir ini (Handika dkk, 2019), berpotensi dapat erat kaitannya dengan kenaikan PM^{10} ambien. Selain berada di tepi jalan raya, kegiatan-kegiatan lainnya di sekitar Kawasan komersial kemungkinan dapat menjadi sumber partikulat lainnya yang akan memperburuk kondisi PM^{10} . Hal ini seperti yang ditunjukkan di Kota Padang dari beberapa kawasan, dimana konsentrasi PM^{10} tinggi pada kawasan industri, komersial dan institusi, yang bertolak belakang dengan di kawasan domestik sebagai yang terendah (Ruslinda dkk, 2015). Kawasan komersial merupakan salah satu objek yang penting untuk dianalisis dalam hubungannya dengan risiko kesehatan baik untuk waktu paparan lama maupun sewaktu-waktu.

Pasar Jambi sejak dulu telah menjadi pusat perekonomian masyarakat Kota Jambi dalam memenuhi kebutuhan harian, sehingga sangat ramai dengan aktivitas jual beli. Dalam perkembangannya saat ini, di sekitar lokasi tersebut telah terdapat pusat perbelanjaan, pasar tradisional dan terminal sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran udara, khususnya PM^{10} . Perhitungan konsentrasi dan komposisi PM^{10} , serta risiko kesehatan terhadap masyarakat yang beraktivitas di tempat tersebut bertujuan untuk menganalisis logam-logam pada PM^{10} dan mengidentifikasi risiko paparan PM^{10} non karsinogenik yang terjadi pada manusia yang terpajan, sehingga terlihat tingkat risiko paparan zat pencemar bagi masyarakat baik saat ini dan juga pada masa mendatang.

2. Metodologi

2.1. Teknik Pengumpulan Data

a. Survei dan Penetapan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi sampling dilakukan melalui survei. Diketahui ada beberapa kawasan komersial di Kota Jambi yaitu Pasar Talang Banjar dan Kecamatan Pasar Jambi. Melalui hasil survei dipilihlah Kecamatan Pasar Jambi, karena lokasi ini memiliki kegiatan yang lebih kompleks dengan berbagai kegiatan komersial dari ruko, *mall* maupun pasar tradisional. Jumlah masyarakat yang bekerja di luar pada lokasi penelitian terpilih adalah rata-rata sebanyak 781 orang dengan profesi antara lain tukang parkir, tukang ojek, pedagang, dan aparat yang bertugas di sekitar kawasan yang nantinya akan dipilih sebagai responden.

b. Penentuan Lokasi Sampling

Titik sampling pengukuran konsentrasi PM^{10} dilaksanakan di kawasan pertokoan Pasar Jambi tepatnya di Kelurahan Orang Kayo Hitam dan Kelurahan Pasar Jambi, Kecamatan Pasar Jambi.

c. Pengukuran Konsentrasi PM¹⁰

Pengumpulan data dilaksanakan selama 2 hari yaitu pada hari Minggu dan Senin yang mewakili hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*). Perhitungan konsentrasi PM¹⁰ menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V} \quad (1)$$

d. Kuesioner dan wawancara

Kuesioner dan wawancara dilakukan kepada sampel masyarakat yang bekerja *outdoor* di sekitar lokasi penelitian. Pemilihan sampel pedagang untuk analisis risiko dilakukan secara acak (*random sampling*). Dari rata-rata 781 orang masyarakat yang bekerja di luar (*outdoor*) di Pasar Jambi, ditentukan sampel sebanyak 95 orang yang merupakan 12% dari jumlah populasi. Perhitungan jumlah sampel ini mengacu kepada Sutrisno (2000) yang menyatakan bahwa untuk populasi besar (>100) ukuran sampel yang dibutuhkan minimal 10% dari total populasi.

e. Analisis data

Analisis data pertama kali dilakukan menggunakan analisis univariat berupa analisis deskriptif dengan pembuatan tabel dan distribusi frekuensi, yang dilanjutkan dengan melakukan analisis risiko. Perhitungan terdiri dari penentuan nilai asupan pajanan agen berisiko pada responden dan karakterisasi risiko non karsinogenik. Nilai asupan pajanan agen berisiko pada responden dapat diketahui dengan:

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}} \quad (2)$$

Sedangkan karakterisasi risiko non karsinogenik ditentukan oleh nilai RfC yang untuk masing-masing agen yang berisiko ini terdapat di dalam IRIS EPA (Ruslinda dkk, 2014; Nurjazuli & Fikri, 2010) berdasarkan nilai RQ. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai RQ adalah:

$$RQ = \frac{I}{RfC \left(\frac{mg}{kg} / hari \right)} \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Konsentrasi PM¹⁰

Pengambilan data PM¹⁰ bertempat di tengah dan lokasi titik keramaian di kawasan Pasar Jambi. Data diambil selama dua hari yang mewakili hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*). Konsentrasi PM₁₀ di kawasan komersial Pasar Jambi adalah sebagai berikut.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa nilai

Tabel 1. Konsentrasi PM₁₀ di Pasar Jambi

No	Waktu	Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)	Baku Mutu (µg/m ³)
1.	Minggu (<i>Weekend</i>)	196,9	150
2.	Senin (<i>Weekday</i>)	209,4	

konsentrasi PM¹⁰ dari pengukuran yang telah dilakukan sudah sangat tinggi, baik itu untuk hari libur (*weekend*) maupun hari kerja (*weekday*). Tingginya konsentrasi PM¹⁰ di kawasan komersial Pasar Jambi, dijelaskan oleh Ruslinda dkk (2014) dikarenakan aktivitas kendaraan bermotor.

Selain itu, konsentrasi PM¹⁰ pada hari kerja lebih tinggi dibandingkan hari libur. Hal ini berkaitan dengan jenis aktivitas yang berlangsung di kawasan komersial Pasar Jambi, yang berpotensi menghasilkan pencemar partikulat di udara. Aktivitas kendaraan yang melintas di lokasi pada hari kerja lebih banyak dibandingkan hari libur. Kegiatan di hari libur didominasi dengan berjalan kaki untuk berbelanja ataupun rekreasi.

3.2. Analisis Risiko Karsinogenik Pajanan PM¹⁰

a. Identifikasi Bahaya

Pajanan PM¹⁰ pada tubuh manusia dapat menimbulkan gangguan kesehatan karsinogenik maupun non karsinogenik. Dalam Mursinto & Kusumawardani (2016), gangguan pernapasan dari pajanan PM¹⁰ dapat menyebabkan radang paru-paru, ISPA, gangguan pada system kardiovaskuler, bahkan menyebabkan kematian secara cepat. Sementara itu, pajanan PM₁₀ jangka panjang berpotensi terhadap gejala-gejala gangguan saluran pernapasan bawah, penyakit asma, terjadinya penurunan fungsi paru dan peningkatan obstruktif paru-paru kronis, hingga penurunan tingkat harapan hidup.

b. Analisis Pajanan

Konsentrasi Unsur Non Karsinogenik

Unsur non-karsinogenik yang dijadikan sebagai parameter dalam penelitian adalah logam Al dan Mn. Konsentrasi kedua unsur logam tersebut adalah sebagai berikut.

Berdasarkan Tabel 2. diketahui bahwa konsentrasi logam Al rata-rata adalah 1,694 µg/m³, sedangkan konsentrasi logam Mn rata-rata adalah 0,042 µg/m³. Logam Al dan Mn bersumber dari debu tanah dan *road dust*. Keberadaan logam Al di dalam partikulat udara mencapai lebih dari 1 µg/m³.

Laju Asupan

Laju asupan yang dimaksud merupakan nilai untuk orang dewasa yaitu 0,83 m³/jam menurut EPA

Tabel 2. Konsentrasi Logam Al dan Mn dalam PM₁₀

Sifat Logam	Logam	Konsentrasi (µg/m ³)	
		(Weekend)	(Weekday)
Non Karsinogenik	Al	1,291836	2,095839
	Mn	0,02438	0,0594461

Tabel 3. Penyebaran responden menurut waktu pajanan (t_E)

No.	Lama Pajanan (jam/hari)	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
1.	3	1	1,05
2.	4	4	4,21
3.	5	0	0
4.	6	3	3,16
5.	7	24	25,26
6.	8	48	50,53
7.	9	8	8,42
8.	10	5	5,26
9.	11	1	1,05
10.	12	1	1,05
Jumlah		95	100

(Environmental Protection Agency) (Ruslinda dkk, 2015; Basri dkk, 2014).

Waktu Pajanan

Waktu pajanan merupakan jumlah waktu zat kimia memajani responden. Penyebaran responden berdasarkan waktu pajanan adalah:

Dari Tabel 3 tergambar bahwa mayoritas responden bekerja lebih dari lima jam per hari, sebanyak 94,74%. Sedangkan 5,26% responden bekerja kurang dari 5 jam dalam satu hari.

Waktu pajanan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap risiko non-karsinogenik pada responden. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu pajanan, maka semakin tinggi potensi risiko gangguan kesehatan pada responden.

Frekuensi Pajanan

Frekuensi pajanan diperlukan untuk menentukan jumlah hari kerja responden dalam satu tahun. Frekuensi pajanan merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan dalam menentukan karakterisasi risiko pajanan logam non-karsinogenik dan PM₁₀

Tabel 4. Penyebaran responden berdasarkan frekuensi pajanan logam Non-Karsinogenik dan PM₁₀ (f_E)

No.	Frekuensi Pajanan		Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
	(Hr/mgu)	Hr/th		
1.	4	204	5	5,26
2.	5	225	3	3,16
3.	6	306	10	10,53
4.	7	357	77	81,05
Jumlah			95	100

pada responden. Penyebaran responden berdasarkan frekuensi pajanan logam non-karsinogenik dan PM₁₀ di kawasan komersial Pasar Jambi adalah sebagai berikut.

Tabel 4 menggambarkan seluruh responden bekerja lebih dari 3 hari per minggu. Mayoritas responden bekerja setiap hari yaitu 81,05%, sedangkan hari kerja tersedikit responden adalah 4 hari dalam satu minggu. Nilai frekuensi pajanan dengan nilai asupan (*intake*) dan RQ pada responden berbanding lurus, sehingga semakin besar nilai tersebut maka semakin besar pula risiko gangguan kesehatan.

Durasi Pajanan

Durasi pajanan diperlukan untuk mengetahui lama masa kerja penduduk yang terpapar dalam satuan tahun. Penyebaran responden berdasarkan durasi pajanan logam berat dan PM₁₀ adalah sebagai berikut.

Tabel 5 menggambarkan bahwa penyebaran responden berdasarkan lamanya bekerja yaitu terdapat 89,47% responden yang bekerja lebih dari 5 tahun. Berdasarkan hasil wawancara, responden menyukai

Tabel 5. Penyebaran responden berdasarkan durasi pajanan logam Non-Karsinogenik dan PM₁₀ (Dt)

No.	Durasi Pajanan (tahun)	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
1.	03 – 10 th	38	40
2.	11 – 18 th	24	25,26
3.	19 – 26 th	13	13,68
4.	27 – 34 th	11	11,58
5.	35 – 42 th	06	6,32
6.	43 – 50 th	03	3,16
7.	51 – 59 th	00	0
Jumlah		95	100

dan merasa nyaman dengan lokasi tempat bekerja mereka karena peluang ekonomi yang relatif bagus.

Berat Badan

Berat badan responden relatif bervariasi antara 40 kg sampai dengan 88 kg.

Tabel 6 menggambarkan bahwa responden memiliki berat badan terbanyak berada pada rentang 48 kg sampai dengan 63 kg yaitu sebanyak 54,74 %, sedangkan persentase terkecil berada pada rentang berat badan 88 kg sampai dengan 95 kg, yaitu sebesar 1,02 %. Berdasarkan Persamaan 2, semakin besar berat badan seseorang maka semakin kecil kemungkinan mengalami risiko gangguan kesehatan yang bersifat non-karsinogenik akibat paparan logam dan PM_{10} , begitu juga sebaliknya.

Asupan (Intake)

Perhitungan asupan dilakukan dengan menggunakan persamaan 2. Nilai asupan merupakan jumlah *risk agent* yang terhisap masuk ke dalam tubuh manusia per berat badan per harinya. Nilai asupan berbanding lurus dengan konsentrasi dan lama

Tabel 8. Asupan logam non-karsinogenik terhadap responden pada saat *realtime*

Waktu	Asupan (mg/kg/hari)	
	Al	Mn
<i>Weekend</i>	$0,7 \times 10^{-5}$ s.d $2,94 \times 10^{-4}$	$0,1 \times 10^{-6}$ s.d $5,5 \times 10^{-6}$
<i>Weekday</i>	$1,1 \times 10^{-5}$ s.d $4,76 \times 10^{-4}$	$0,3 \times 10^{-6}$ s.d $1,35 \times 10^{-5}$

pajanan. Artinya, semakin besar nilai konsentrasi dan lama paparan, maka nilai asupan (*intake*) juga akan semakin besar.

Nilai asupan (*intake*) merupakan nilai asupan *realtime* dan asupan *lifetime*. Asupan *realtime* merupakan nilai asupan *risk agent* yang diterima responden selama bekerja di kawasan komersial Pasar Jambi dan sampai penelitian ini dilakukan. Asupan *lifetime* adalah proyeksi asupan *risk agent* yang diterima responden selama periode waktu tertentu. EPA menetapkan waktu *default* untuk proyeksi asupan adalah selama 30 tahun. Asupan (*intake*) PM_{10} dan logam non-karsinogenik pada responden saat *realtime* dan *lifetime* adalah sebagai berikut.

Berdasarkan tabel-tabel di atas, diketahui bahwa nilai asupan (*intake*) pada saat *lifetime* lebih tinggi dibandingkan pada saat *realtime*. Hal ini berkaitan dengan proyeksi nilai asupan yang dilakukan untuk asupan *lifetime* selama 30 tahun mendatang. Berdasarkan persamaan 2, nilai asupan (*intake*) akan meningkat jika durasi paparan juga meningkat. Rentang nilai asupan PM_{10} dan logam non-karsinogenik secara *realtime* dan *lifetime* relatif bervariasi. Hal ini dikarenakan nilai asupan dipengaruhi oleh konsentrasi PM_{10} dan logam non-karsinogenik dan karakteristik masing-masing individu.

c. Analisis Dosis Respon

Dengan analisis dosis respon dapat diketahui seberapa besar dampak buruk yang ditimbulkan terhadap kesehatan populasi berisiko. Konsentrasi dan acuan RfC (*Risk Concentration*) untuk logam Al dan Mn sudah tersedia didalam daftar *Integrated Risk*

Tabel 6. Penyebaran responden berdasarkan berat badan

No.	Berat Badan (kg)	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
1.	40-47	7	7,38
2.	48-55	26	27,37
3.	56-63	26	27,37
4.	64-71	21	22,11
5.	72-79	9	9,48
6.	80-87	5	5,26
7.	88-95	1	1,02
Jumlah		95	100

Tabel 7. Asupan PM_{10} terhadap responden pada saat *realtime* dan *lifetime*

Waktu	Asupan (mg/kg/hari)	
	<i>Realtime</i>	<i>Lifetime</i>
<i>Weekend</i>	0,001 s.d 0,045	0,009 s.d 0,077
<i>Weekday</i>	0,001 s.d 0,046	0,009 s.d 0,079

Tabel 9. Asupan logam non-karsinogenik terhadap responden pada saat *lifetime*

Waktu	Asupan (mg/kg/hari)	
	Al	Mn
<i>Weekend</i>	$0,6 \times 10^{-4}$ s.d 5×10^{-4}	$0,1 \times 10^{-4}$ s.d 1×10^{-5}
<i>Weekday</i>	1×10^{-4} s.d 8×10^{-4}	3×10^{-6} s.d $2,3 \times 10^{-5}$

Tabel 10. Karakterisasi risiko *realtime* pajanan PM₁₀ pada hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*)

Kriteria	Jml. Responden	Persent (%)	Kons. PM ₁₀ (µg/m ³)
Weekend			
Berisiko (RQ > 1)	33	34,74	196,9
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	62	65,26	
Weekday			
Berisiko (RQ > 1)	33	34,74	209,4
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	62	65,26	

Information System (IRIS) EPA (USEPA, 2013); yaitu Al adalah 5×10^{-3} mg/m³, sedangkan Mn adalah 5×10^{-5} mg/m³. Dosis acuan untuk PM₁₀ belum tersedia didalam daftar IRIS EPA maupun tabel *Minimum Risk Levels* (MRLs) ATSDR, maka konsentrasi aman PM₁₀ diturunkan dari *National Ambient Quality Standar* (NAAQS) EPA yaitu 0,014 mg/kg/hari (Ruslinda dkk, 2015)

d. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko untuk pajanan PM₁₀ dan logam yang bersifat non-karsinogenik ditentukan dengan nilai RQ (*Risk Quotient*). Nilai RQ ≤ 1 menggambarkan bahwa pajanan PM₁₀ dan logam yang bersifat non-karsinogenik berada dibawah batas normal sehingga aman dari risiko gangguan kesehatan, sedangkan nilai RQ > 1 menggambarkan bahwa pajanan PM₁₀ dan logam yang bersifat non-karsinogenik sudah berisiko

Tabel 11. Karakterisasi risiko *lifetime* pajanan PM₁₀ pada hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*)

Kriteria	Jml. Responden	Persent (%)	Kons. PM ₁₀ (µg/m ³)
Weekend			
Berisiko (RQ > 1)	93	97,895	196,9
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	2	2,105	
Weekday			
Berisiko (RQ > 1)	93	97,895	209,4
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	2	2,105	

Tabel 12. Karakterisasi risiko *realtime* pajanan logam pada hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*)

Kriteria	Jml. Responden	Persent (%)	Kons. PM ₁₀ (µg/m ³)	
			Al	Mn
Weekend				
Berisiko (RQ > 1)	-	0	1,292	0,0244
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	95	100		
Weekday				
Berisiko (RQ > 1)	-	0	2,096	0,0594
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	95	100		

terhadap gangguan kesehatan.

Karakterisasi risiko non-karsinogenik terbagi menjadi risiko *realtime* dan *lifetime*. Risiko *realtime* merupakan risiko yang diterima responden pada saat penelitian ini dilakukan, sedangkan risiko *lifetime* adalah risiko yang mungkin diterima responden setelah 30 tahun (*default*) atau beberapa tahun ke depan. Karakterisasi risiko non-karsinogenik PM₁₀ *realtime* dan *lifetime* adalah sebagai berikut.

Berdasarkan Tabel 10 dan Tabel 11 menggambarkan bahwa pajanan PM₁₀ sudah menimbulkan risiko gangguan kesehatan pada masyarakat yang beraktivitas di kawasan komersial Pasar Jambi pada hari libur dan hari kerja saat *realtime* dan *lifetime*.

Tabel 13. Karakterisasi Risiko *Lifetime* Pajanan Logam pada Hari Libur (*Weekend*) dan Hari Kerja (*Weekday*)

Kriteria	Jml. Responden	Persent (%)	Kons. PM ₁₀ (µg/m ³)	
			Al	Mn
Weekend				
Berisiko (RQ > 1)	-	0	1,292	0,0244
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	95	100		
Weekday				
Berisiko (RQ > 1)	-	0	2,096	0,0594
Tidak Berisiko (RQ ≤ 1)	95	100		

Risiko kesehatan tersebut akan muncul dan membesar jika konsentrasi PM^{10} dan durasi pajanan meningkat. Selain itu, karakteristik masing-masing individu juga sangat mempengaruhi nilai asupan dan karakterisasi risiko pajanan PM^{10} . Adapun karakterisasi risiko non-karsinogenik logam *realtime* dan *lifetime* adalah:

Berdasarkan Tabel 12 dan Tabel 13, pajanan logam Al dan Mn masih aman bagi masyarakat baik pada *weekend* dan *weekday* saat *realtime* dan *lifetime*, sehingga belum ditemukan responden yang berisiko ($RQ \leq 1$) akibat pajanan logam tersebut.

e. Manajemen Risiko

Berdasarkan hasil analisis risiko yang telah dilakukan, pajanan PM^{10} sudah berisiko terhadap kesehatan masyarakat yang melakukan aktivitas di kawasan komersial Pasar Jambi. Walaupun dalam pengamatan terhadap responden tidak terlalu memperhatikan waktu-waktu mereka berada di dalam ruangan, namun konsentrasi partikulat dalam ruangan mungkin saja dapat lebih besar dan membahayakan dibandingkan pada kondisi ambien karena sumbernya dapat berasal dari dapur, asap rokok atau juga dari luar itu sendiri (Novirsa & Achmadi, 2012). Oleh karena itu selanjutnya perlu upaya untuk melindungi populasi berisiko dengan melakukan manajemen risiko.

Konsentrasi Aman (C_{aman})

Rekapitulasi rentang konsentrasi aman bagi responden berisiko pada hari libur dan hari kerja dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rekapitulasi konsentrasi aman pajanan PM_{10}

Waktu	Jml. Responden Berisiko (Jiwa)	C_{aman} (mg/m^3)
<i>Weekend</i>	33	0,000062 – 0,000199
<i>Weekday</i>	33	0,000062 – 0,000199

Tabel 15. Rekapitulasi frekuensi pajanan aman PM^{10}

Waktu	Jml. Responden Berisiko (Jiwa)	FE_{aman} (hari/tahun)
<i>Weekend</i>	33	169 – 356
<i>Weekday</i>	33	108 – 350

Frekuensi Pajanan Aman (FE_{aman})

Rekapitulasi rentang frekuensi pajanan aman bagi responden berisiko berdasarkan perbedaan hari dapat dilihat pada Tabel 15.

Durasi Pajanan Aman (Dt_{aman})

Rekapitulasi rentang durasi pajanan aman bagi responden berisiko berdasarkan perbedaan hari dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rekapitulasi durasi pajanan aman PM_{10}

Waktu	Jml. Responden Berisiko (Jiwa)	Dt_{aman} (tahun)
<i>Weekend</i>	33	20 – 36
<i>Weekday</i>	33	13 – 27

Waktu Pajanan Aman (tE_{aman})

Rekapitulasi rentang waktu pajanan aman bagi responden berisiko berdasarkan perbedaan hari libur dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Rekapitulasi waktu pajanan aman PM_{10}

Waktu	Jml. Responden Berisiko (Jiwa)	tE_{aman} (jam/hari)
<i>Weekend</i>	33	4 – 9
<i>Weekday</i>	33	2 – 12

Berdasarkan hasil manajemen risiko akan melindungi populasi yang berisiko akibat pajanan PM^{10} pada *weekend* dan *weekday*. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi, frekuensi pajanan, durasi pajanan, dan waktu pajanan berbanding lurus dengan nilai karakterisasi risiko (RQ).

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi PM^{10} di kawasan komersial Pasar Jambi yaitu $196,9 \mu g/m^3$ pada hari libur (*weekend*) dan $209,4 \mu g/m^3$ pada hari kerja (*weekday*).
2. Konsentrasi rata-rata logam Al dan Mn pada hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*) secara berturut-turut adalah $1,69384 \mu g/m^3$ dan $0,04191 \mu g/m^3$.
3. Pajanan PM^{10} non karsinogenik sudah berisiko terhadap kesehatan masyarakat yang beraktivitas di kawasan komersial.
4. Logam Al dan Mn memiliki nilai $RQ \leq 1$, yang menandakan pajanan logam belum berisiko

terhadap masyarakat di kawasan komersial Pasar Jambi.

5. Upaya manajemen risiko yang terdiri dari perhitungan konsentrasi, frekuensi, durasi dan waktu pajanan aman pada hari libur (*weekend*) dan hari kerja (*weekday*).

5. Ucapan Terima Kasih

Kepada LPPM Universitas Jambi yang telah mendanai penelitian ini melalui SK Rektor Nomor 754/UN21/LT/2018.

6. Daftar Pustaka

- Basri S., Bujawati, E., Amansyah, M., Habibi, Samsiana. 2014. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara terhadap Kesehatan)*. Jurnal Kesehatan 7 (2), 2014: 427 – 442.
- Google Inc. 2018. *Google Maps: Peta Lokasi Kawasan Pertokoan Kecamatan Pasar Jambi* dalam <http://maps.google.com/>
- Handika, R.A., Rodhiyah, Z., Fitrada, W., Sari, A.P. 2019. *Analisis Beban Emisi Kendaraan di Gerbang Masuk Jalan-Jalan Arteri ke Kota Jambi*. Jurnal Dampak 16 (1): 7-14
- Limaye, V.S., Knowlton, K., Sarkar, S., Sarthi Ganguly, P.S., Pingle, S., Dutta, P., Sathish, L.M., Tiwari, A., Solanki, B., Shah, C., Raval, G., Kakkad, K., Beig, G., Parkhi, N., Jaiswal, A., Mavalankar, D. 2018. *Development of Ahmedabad's Air Information and Response (AIR) Plan to Protect Public Health*. International Journal of Environmental Research and Public Health 15(1460): 1-28.
- Magita, N.S.D., Muzayanah. 2018. *Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Konsentrasi Debu (PM_{10}) di Kecamatan Krembangan Kota Surabaya*. Jurnal Swara Bhumi 5(7): 1-8.
- Mursinto, D dan Kusumawardani, D. 2016. *Estimasi Dampak Ekonomi Dari Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan di Indonesia*. Jurnal Kesehatan Masyarakat KEMAS 11 (2): 163-172.
- Novirsa, R. & Achmadi, U.F. 2012. *Analisis Resiko Pajanan $PM_{2.5}$ di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional 7(4): 173-179.
- Nurjazli, S.O & Fikri, E. 2010. *Analisis Perbedaan Kapasitas Fungsi Paru pada Pedagang Kaki Lima Berdasarkan Kadar Debu Total di Jalan Nasional Kota Semarang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat. Volume 6 (1): 66-75.
- Ruslinda, Y., Gunawan, H., Nugraha, N. 2015. *Analisis Konsentrasi PM_{10} di Udara Ambien Roadside Jaringan Jalan Sekunder Kota Padang*. Prosiding 2nd National Conference Padang. Universitas Andalas: 95-100.
- Ruslinda, Y. & Hafidawati. 2012. *Komposisi Kimia Partikel Halus dan Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari di Udara Ambien Kota Padang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Pekanbaru. Universitas Riau: 9-20.
- Saputra, R., Handika, R.A., Lestari, R.A. 2019. *Analisis Sebaran Polutan Particulate Matter (PM_{10}) pada Harian Musim Kemarau di Kota Jambi*. Jurnal Engineering 1(1): 26-31.
- Sutrisno. H. 2000. *Metodologi Riset*. Andi Yogyakarta: Yogyakarta.
- Takriyanti, R., Jehom, W.J., Aziz, A., 2015. *Kabut Asap Di Kota Jambi: Respons Kaum Perempuan Terhadap Degradasi Lingkungan*. Jurnal Antropologi: Isu-Isu Sosial Budaya 17 (1): 71-85.
- USEPA. 2013a. Basic Information Particulate Matter (PM). <http://www.epa.gov/pm/basic.html> diunduh pada 28 April 2019.
- Wulandari, A., Darundiati, Y.H., Raharjo, M. 2016. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Particulate Matter (PM_{10}) Pada Pedagang Kaki Lima Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Jalan Kaligawe Kota Semarang)*. Jurnal Kesehatan Masyarakat 4 (3): 677-690.

Nomenklatur

- C : Konsentrasi massa partikel tersuspensi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- W_1 : Berat filter awal (g)
- W_2 : Berat filter akhir (g)
- V : Volume contoh uji udara (m^3)
- I : Asupan/intake ($\text{mg}/\text{kg}/\text{hari}$)
- R : Laju asupan (m^3/jam)
- t_E : Waktu pajanan (jam/hari)
- f_E : Frekuensi pajanan (hari/tahun)
- Dt : Durasi pajanan (tahun)
- Wb : Berat badan
- t_{avg} : Periode waktu rata-rata (70 tahun x 365 hari/tahun untuk efek karsinogenik)
- I : Asupan (intake) $\text{mg}/\text{kg}/\text{hari}$
- RQ : Tingkat risiko non karsinogenik
- RFC : Konsentrasi referensi secara inhalasi ($\text{mg}/\text{kg}/\text{hari}$)