JK3L

Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan (JK3L)

Volume 02 N0.1 Tahun 2021

http://jk3l.fkm.unand.ac.id/ | ISSN 2776-4113

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) PAJANAN $PM_{2.5}$ PADA SISWA DI SD N 28 MANDAU DURI RIAU TAHUN 2020

Haqqi Ismah Latifah[1*], Aria Gusti[2], Septia Pristi Rahmah[2]

[1]Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

[2]Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, UniversitasAndalas, Padang, Indonesia

Corresponding Author : haqqiismahl04@gmail.com

Artikel diterima : 17 April 2021 | Disetujui : 24 April 2021 | Publikasi : 7 Mei 2021

ABSTRAK

Particulate Matter merupakan salah satu komponen utama penyebab terjadinya polusi udara serta dapat menimbulkan berbagai dampak kesehatan dan lingkungan. SDN 28 Mandau adalah salah satu lokasi yang berpotensi untuk mengalami penurunan kualitas udara dan terjadinya paparan $PM_{2.5}$ pada siswa karena posisinya yang berada di tepi jalan raya Hangtuah. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat risiko kesehatan akibat pajanan $PM_{2.5}$ pada siswa di SDN 28 Mandau dan menentukan manajemen risiko yang tepat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ARKL (Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan). Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2020 - Maret 2021 dengan responden sebanyak 101 orang siswa. Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan teknik *total sampling*. Analisis data yang dilakukan yaitu analisis univariat dan analisis risiko kesehatan lingkungan. Pada tahun 2021 konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ di SDN 28 Mandau adalah sebesar 10,11 µg/m^3. Nilai *RfC* $PM_{2.5}$ adalah 0,00855 mg/kg/hari. Tingkat risiko terhadap pajanan $PM_{2.5}$ *realtime* dan *lifetime* (6 tahun) pada masing-masing titik sampling, maupun karakterisasi risiko per individu diperoleh nilai $RQ \leq 1$, yang artinya masih aman bagi kesehatan siswa. Konsentrasi $PM_{2.5}$ di SDN 28 Mandau pada tahun 2021 berdasarkan hasil penelitian masih berada di bawah nilai baku mutu dan tingkat risiko menunjukkan nilai aman sehingga perlu dipertahankan. Diharapkan pihak sekolah dapat terus menjaga kebersihan bangunan sekolah dan menambah jumlah tanaman hijau, serta kepada Dinas Lingkungan Hidup untuk dapat melakukan pemantauan kualitas udara terutama konsentrasi $PM_{2.5}$ secara rutin.

Kata Kunci : ARKL, Pencemaran Udara, $PM_{2.5}$, Siswa, Transportasi

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan permasalahan yang tidak lepas dari wilayah perkotaan di seluruh dunia, termasuk Indonesia.[1] Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dan konsumsi energi dapat menjadi penyebab menurunnya kualitas lingkungan udara di suatu wilayah.[2,3] WHO (*World Health Organization*) pada tahun 2016 memperkirakan lebih dari 3 juta kasus kematian terjadi setiap tahunnya di seluruh dunia akibat paparan polusi udara ambien terutama yang disebabkan oleh aktivitas lalu lintas, dimana pencemaran udara menyebabkan 1 dari 8 kematian akibat penyakit pernapasan, penyakit jantung, stroke, dan kanker.[4]

Particulate Matter adalah salah satu polutan di udara dengan berbagai ukuran yang mendapat perhatian khusus.[3] Partikulat dengan ukuran ≤ 2.5 mikron atau $PM_{2.5}$ menjadi perhatian global karena kontribusinya yang luas terhadap beban kesehatan global.[5] Beberapa gangguan yang dapat ditimbulkan oleh paparan $PM_{2.5}$ seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), gangguan paru, batuk, gangguan jantung, anemia, iritasi mata, gangguan pertumbuhan, hingga kematian dini.[6]

Rata-rata konsentrasi tahunan $PM_{2.5}$ di Provinsi Riau pada tahun 2012 adalah sebesar 18.66 µg/m^3 dan telah melebihi nilai baku mutu rata-rata tahunan $PM_{2.5}$ yang ditetapkan sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 yaitu 15 µg/m^3. Pada tahun 2014, rata-rata tahunan konsentrasi $PM_{2.5}$ di Riau kembali meningkat dan mencapai nilai tertinggi yaitu sebesar 28.03 µg/m^3.[6,7]

Jalan raya dan aktivitas lalu lintas adalah salah satu sumber $PM_{2.5}$ yang paling penting.[5] Salah satu sekolah di Kota Duri, Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, yaitu Sekolah Dasar (SD) Negeri 28 Mandau adalah salah satu lokasi yang berpotensi untuk mengalami penurunan kualitas udara karena posisinya yang berada di tepi jalan raya Hangtuah, yang merupakan salah satu jalan utama di Kota Duri dengan lalu lintas padat dan selalu ramai dilalui berbagai jenis kendaraan bermotor hingga kendaraan besar seperti truk, bus, dan fuso.

Penghuni sekolah khususnya siswa di SDN 28 Mandau sangat berpotensi terhadap risiko akibat paparan polutan di udara ambien lingkungan sekolahnya, baik saat beraktivitas di dalam kelas maupun di luar kelas, sehingga siswa di SDN 28 Mandau ini termasuk dalam populasi yang rentan terkena dampak dari polusi kendaraan di sekitar area sekolahnya, salah satunya yaitu paparan $PM_{2.5}$ di lingkungan sekolah dalam rentang waktu yang cukup lama yaitu 6 tahun.

Siswa yang terpapar $PM_{2.5}$ dengan konsentrasi tinggi melebihi nilai baku mutu secara terus menerus akan menimbulkan berbagai dampak kesehatan seperti penurunan kapasitas vital paru pada siswa maupun berbagai dampak kesehatan akibat paparan $PM_{2.5}$ lainnya.[1]

Di sisi lain, vegetasi memiliki peran yang sangat penting, salah satunya mengurangi konsentrasi partikulat di udara ambien.[8] Berdasarkan kondisi di lapangan, SDN 28 Mandau termasuk dalam kategori bervegetasi namun tanaman yang terdapat di area sekolah ditanam dengan jarak yang kurang rapat dan pada beberapa area masih belum terdapat tanaman atau pohon. Begitu pula dengan jumlah vegetasi di sepanjang Jalan Hangtuah yang masih kurang, sehingga belum optimal dalam membantu mengurangi polutan di udara ambien.

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan suatu analisis risiko kesehatan lingkungan akibat pajanan inhalasi $PM_{2.5}$ di lingkungan sekolah pada siswa di SDN 28 Mandau Duri Riau.

METODE

Desain studi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ARKL (Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan) yang dilakukan di area SDN 28 Mandau Duri Riau pada bulan Desember 2020 - Maret 2021. Sampel penelitian berjumlah 101 orang yang diambil dari siswa kelas 3A, 4C, 5C, dan 6C. Teknik pengambilan sampel adalah dengan menggunakan teknik *total sampling*.

Jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini dihitung secara total, dimana semua siswa yang belajar pada ruang kelas yang dijadikan lokasi pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ akan diambil sebagai sampel. Kelas yang dipilih menjadi lokasi pengukuran sampel udara diambil dari satu kelas yang dekat dengan jalan raya (ruang kelas 4C – 6C) dan satu kelas yang jauh dari jalan raya (ruang kelas 3A – 5C), sehingga siswa yang dijadikan sampel adalah siswa yang belajar pada kelas yang dilakukan pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ yaitu kelas 3A, 4C, 5C, dan 6C.

Sampel udara diukur menggunakan alat *Air Quality Detector* untuk melihat konsentrasi agen risiko $PM_{2.5}$ di udara ambien di area sekolah. Pengukuran konsentrasi dilakukan pada lima titik yaitu area gerbang depan sekolah, lapangan sekolah, area parkir, kelas 4C-6C, dan kelas 3A-5C. Pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ dilakukan selama 30 menit di setiap titik dalam 1 hari. Analisis data yang dilakukan yaitu analisis *univariat* dan analisis risiko kesehatan lingkungan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi $PM_{2.5}$

Konsentrasi $PM_{2.5}$ di area SDN 28 Mandau diukur pada 5 titik menggunakan *Air Quality Detector* selama 30 menit di setiap titik. Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ di kelima titik pengukuran tidak melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yaitu sebesar 65 $\mu g/m^3$ untuk rata-rata 24 jam. Konsentrasi $PM_{2.5}$ seperti terlihat pada tabel 1.

Konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ tertinggi terdapat di titik *sampling* 4 yaitu di ruang

kelas 4C-6C sebesar 11,53 µg/m^3, sedangkan konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ terendah terdapat di titik *sampling* 3 yaitu di area parkir sekolah sebesar 9,13 µg/m^3. Konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ di kelima titik pengukuran adalah sebesar 10,11 µg/m^3. Meskipun menurut standar nasional menunjukkan konsentrasi $PM_{2.5}$ di area SDN 28 Mandau tidak melebihi nilai baku mutu, namun menurut baku mutu $PM_{2.5}$ tahunan berdasarkan standar WHO, pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ menunjukkan hasil yang sudah melebihi nilai baku mutu yaitu 10 µg/m^3.

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ tertinggi terdapat di titik *sampling* empat yaitu di ruang kelas 4C-6C sebagai kelas yang dekat dengan jalan raya sebesar 11,53 µg/m^3. Sedangkan konsentrasi $PM_{2.5}$ di kelas 3A-5C menunjukkan hasil yang lebih rendah yaitu sebesar 9,87 µg/m^3. Sejalan dengan hasil penelitian di India oleh Kalaiarasan dkk tahun 2017, diketahui bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ dalam ruang kelas dapat dipengaruhi oleh emisi kendaraan di sekitar lingkungan sekolah, semakin dekat ruang kelas dengan jalan maka akan semakin meningkatkan konsentrasi $PM_{2.5}$ pada lokasi tersebut.[10]

Konsentrasi $PM_{2.5}$ di titik *sampling* satu area gerbang depan sekolah yaitu sebesar 9,74 µg/m^3. Hasil pengukuran ini tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan konsentrasi rata-rata di titik lainnya. Berbanding terbalik dengan hasil penelitian Rosalia dkk tahun 2017 yang menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ tertinggi terdapat di area gerbang depan sekolah sebesar 49,3 µg/m^3.[3] Hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti cuaca saat pengukuran yang cenderung berawan dan mendung serta kondisi cuaca yang sedang dalam musim penghujan.

Hasil pengukuran konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ di titik *sampling* dua yaitu lapangan upacara menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan area gerbang depan sekolah, yaitu sebesar 10,30 µg/m^3. Sedangkan konsentrasi rata-rata terendah terdapat di titik *sampling* tiga yaitu area parkir sekolah sebesar 9,13 µg/m^3. Hal ini dapat disebabkan karena tidak adanya kendaraan bermotor yang diparkir di area parkir sekolah selama kegiatan belajar mengajar ditiadakan di sekolah, sehingga hasil pengukuran konsentrasi $PM_{2.5}$ di area parkir menunjukkan hasil yang rendah.

Karakteristik Responden

Berdasarkan data yang dikumpulkan sebagaimana terlihat pada tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata umur siswa adalah 10,96 tahun, dengan umur terendah adalah 9 tahun dan tertinggi adalah 13 tahun. Berat badan (Wb) rata-rata pada siswa adalah 30,41 kg, dengan berat badan terendah adalah 18 kg dan tertinggi adalah 58 kg. Waktu pajanan harian (tE) rata-rata pada siswa adalah selama 4,757 jam/hari.

Tabel 1. Konsentrasi $PM_{2.5}$ di Area SDN 28 Mandau

No.	Lokasi	Waktu	Hasil Pengukuran (24 jam) (µg/m^3)		
			Min.	Maks.	Rata-Rata
1	Gerbang Depan	11.15-11.45	7,84	12,74	9,74
2	Lapangan Upacara	12.00-12.30	8,82	13,72	10,30
3	Area Parkir	13.00-13.30	8,33	10,78	9,13
4	Ruang Kelas 4C-6C	13.45-14.15	9,8	15,68	11,53
5	Ruang Kelas 3A-5C	14.25-14.55	8,82	11,76	9,87
Konsentrasi Rata-Rata			8,72	12,94	10,11

Tabel 2. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Siswa

No.	Karakteristik	Mean	Median	Modus	Min.	Max.	SD
1	Umur (Tahun)	10,96	11	11	9	13	1,216
2	Wb (Kg)	30,41	29	27	18	58	8,162
3	tE (Jam/Hari)	4,757	5	5	4,5	5	0,251
4	fE (Hari/Tahun)	240	240	240	240	240	0,000
5	Dt (Tahun)	4,51	5	5	3	6	1,064

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Siswa Menurut Kelas dan Jenis Kelamin

No.	**Karakteristik Siswa**	**Frekuensi**	**Persentase (%)**
1.	Kelas		
	1. 3A	22	21,8
	2. 4C	27	26,7
	3. 5C	30	29,7
	4. 6C	22	21,8
2.	Jenis Kelamin		
	1. Laki-laki	50	49.5
	2. Perempuan	51	50.5

Frekuensi pajanan dalam satu tahun (fE) pada seluruh siswa sama yaitu selama 240 hari/tahun. Sedangkan durasi pajanan (Dt) rata-rata adalah 4,51 tahun, dengan durasi tersingkat adalah 3 tahun dan durasi terlama adalah 6 tahun. Laju inhalasi pada siswa menggunakan nilai *default* laju inhalasi untuk anak-anak yaitu 0.5 m^3/jam.[(9)]

Berdasarkan distribusi frekuensi siswa menurut kelas dapat diketahui bahwa jumlah responden terbanyak adalah dari kelas 5C sebanyak 30 siswa (29,7%), selanjutnya dari kelas 4C sebanyak 27 siswa (26,7%), serta dari kelas 3A dan 6C sebanyak 22 siswa (21,8%). Sedangkan menurut jenis kelamin, diketahui bahwa jumlah responden perempuan adalah sebanyak 51 orang (50,5%) dan responden laki-laki sebanyak 50 orang (49,5%) seperti terlihat pada tabel 3.

Nilai rata-rata berat badan siswa yang diperoleh pada hasil penelitian ini yaitu sebesar 30,41 kg dengan nilai median sebesar 29 kg, dimana angka ini lebih besar dari nilai *default* rata-rata berat badan anak Indonesia yaitu sebesar 15 kg.[(9)] Waktu pajanan harian siswa menunjukkan nilai median yaitu selama

5 jam/hari, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Purnamasari tahun 2018, dimana lama pajanan harian pada siswa SD adalah selama 5,5 jam/hari.[11]

Nilai frekuensi pajanan siswa didapatkan dengan perhitungan asumsi 6 hari masa sekolah x 4 minggu x 10 bulan perkiraan waktu aktif sekolah, yaitu selama 240 hari/tahun. Durasi pajanan rata-rata selama 4,51 tahun, dengan nilai median yaitu selama 5 tahun. Nilai laju inhalasi pada siswa sebesar 0.5 m^3/jam, yang diperoleh dari nilai *default* laju inhalasi untuk anak-anak.[9]

Analisis Dosis-Respon

Nilai *RfC* pada penelitian ini diturunkan dari rumus *intake* karena belum adanya nilai *default* untuk *RfC* $PM_{2.5}$. Nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ diambil dari baku mutu $PM_{2.5}$ di udara ambien berdasarkan PP RI Nomor 41 Tahun 1999 yaitu sebesar 65 µg/m^3 (0.065 mg/m^3 untuk rata-rata 24 jam). Nilai R menggunakan nilai *default* laju inhalasi pada anak-anak yaitu 0.5 m^3/jam.

Waktu pajanan harian (tE) yaitu 6 jam/hari, frekuensi pajanan (fE) yaitu 240 hari/tahun, dan durasi pajanan (Dt) selama 6 tahun. Berat badan (Wb) menggunakan rata-rata berat badan pada anak Indonesia yaitu sebesar 15 kg. Serta nilai periode waktu rata-rata efek non-karsinogenik di sekolah dasar (t_{avg}) adalah 6 tahun x 365 hari/tahun.[9] Sehingga diperoleh nilai *RfC* $PM_{2.5}$ adalah sebesar 0,00855 mg/kg/hari.

Analisis Pajanan

Analisis pajanan yang dihitung adalah nilai *intake* pajanan $PM_{2.5}$ *realtime* dan *intake* pajanan $PM_{2.5}$ *lifespan* / *lifetime* sebagaimana terlihat pada tabel 4 dan 5. Berdasarkan hasil analisis pajanan, dapat diketahui bahwa nilai *intake realtime* dan *lifetime* $PM_{2.5}$ tertinggi berada pada konsentrasi maksimal di ruang kelas 4C-6C yaitu sebesar 0,00074 mg/kg/hari (*realtime*) dan 0,00089 mg/kg/hari (*lifetime*). Sedangkan nilai *intake realtime* dan *lifetime* $PM_{2.5}$ terendah berada pada konsentrasi minimal di gerbang depan sekolah sebesar 0,00037 mg/kg/hari (*realtime*) dan 0,00044 mg/kg/hari (*lifetime*).

Berdasarkan hasil analisis pajanan *realtime* $PM_{2.5}$ per individu siswa diperoleh hasil nilai *intake* $PM_{2.5}$ tertinggi adalah sebesar $6{,}6 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari dan terendah sebesar $2{,}3 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari. Nilai *intake* yang diperoleh berbeda tergantung konsentrasi $PM_{2.5}$ pada setiap titik *sampling*. Sejalan dengan hasil penelitian Purnamasari tahun 2018, diketahui bahwa semakin besar konsentrasi maka akan semakin meningkatkan nilai *intake* atau asupan yang diterima oleh individu siswa.[11]

Hasil karakterisasi risiko terhadap pajanan $PM_{2.5}$ *realtime* pada masing-masing titik *sampling*, sebagaimana terdapat pada tabel 6 menunjukkan tingkat risiko pajanan $PM_{2.5}$ berdasarkan hasil perhitungan seluruhnya yaitu $RQ \leq 1$, yang artinya masih aman bagi kesehatan siswa. Nilai *RQ* (tingkat risiko) *realtime* tertinggi terdapat pada konsentrasi maksimal di ruang kelas 4C-6C

sebesar 0,08655, sedangkan nilai *RQ* terendah terdapat pada konsentrasi minimal di gerbang depan sekolah yaitu sebesar 0,04353.

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat risiko pajanan $PM_{2.5}$ *lifetime* menggunakan durasi pajanan lama siswa SD bersekolah yaitu 6 tahun, dapat diketahui tingkat risiko pajanan $PM_{2.5}$ menunjukkan $RQ \leq 1$, yang artinya masih aman bagi kesehatan siswa. Nilai *RQ* (tingkat risiko) *lifetime* tertinggi terdapat pada konsentrasi maksimal di ruang kelas 4C-6C sebesar 0,10409, sedangkan nilai *RQ* terendah terdapat pada konsentrasi minimal di gerbang depan sebesar 0,05146. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rosalia dkk tahun 2017, yang menunjukkan hasil perhitungan tingkat risiko pajanan inhalasi debu $PM_{2.5}$ di lingkungan sekolah pada remaja siswa di kota Bandung masih berada dalam kondisi aman ($RQ \leq 1$).[3]

Hasil perhitungan tingkat risiko per individu juga menunjukkan nilai $RQ \leq 1$ pada seluruh responden. Nilai tingkat risiko individu tertinggi adalah sebesar 0,077, dan tingkat risiko terendah sebesar 0,027. Perbedaan tingkat risiko pada masing-masing individu dipengaruhi oleh perbedaan nilai *intake* pada setiap individu. Tingkat risiko yang tinggi disebabkan karena tingginya nilai *intake* $PM_{2.5}$ pada siswa tersebut, baik dari variabel berat badan, waktu pajanan harian, frekuensi pajanan, dan durasi pajanan siswa.

Berdasarkan hasil karakterisasi risiko yang telah dilakukan pada penelitian ini terhadap pajanan inhalasi $PM_{2.5}$ pada siswa di SD N 28 Mandau, secara *realtime, lifetime,* dan per individu menunjukkan hasil $RQ \leq 1$ (tidak berisiko), sehingga tidak diperlukan upaya manajemen risiko, namun seluruh nilai pada masing-masing variabel harus tetap dipertahankan agar tingkat risiko selalu dibawah 1 atau aman. Meskipun secara perhitungan menunjukkan hasil yang tidak berisiko, namun secara teoritis paparan $PM_{2.5}$ pada siswa akan tetap berdampak terhadap kesehatan meskipun tidak besar sehingga kondisi aman perlu dipertahankan.

Tabel 4. Nilai *Intake Realtime* $PM_{2.5}$

No.	Titik *Sampling*	*Intake Realtime* $PM_{2.5}$ (mg/kg/hari)		
		I ($_{C\ minimal}$)	I ($_{C\ rata\text{-}rata}$)	I ($_{C\ maksimal}$)
1.	Gerbang Depan Sekolah	$3{,}7 \times 10^{-4}$	$4{,}6 \times 10^{-4}$	6×10^{-4}
2.	Lapangan Upacara	$4{,}2 \times 10^{-4}$	$4{,}9 \times 10^{-4}$	$6{,}5 \times 10^{-4}$
3.	Area Parkir Sekolah	$3{,}9 \times 10^{-4}$	$4{,}3 \times 10^{-4}$	$5{,}1 \times 10^{-4}$
4.	Ruang Kelas 4C-6C	$4{,}6 \times 10^{-4}$	$5{,}4 \times 10^{-4}$	$7{,}4 \times 10^{-4}$
5.	Ruang Kelas 3A-5C	$4{,}2 \times 10^{-4}$	$4{,}7 \times 10^{-4}$	$5{,}6 \times 10^{-4}$

Tabel 5. Nilai Intake *Lifetime* $PM_{2.5}$

No.	Titik *Sampling*	*Intake Lifetime* $PM_{2.5}$ (mg/kg/hari)		
		I ($_{C\ minimal}$)	I ($_{C\ rata\text{-}rata}$)	I ($_{C\ maksimal}$)
1.	Gerbang Depan Sekolah	$4{,}4x10^{-4}$	$5{,}5x10^{-4}$	$7{,}2x10^{-4}$
2.	Lapangan Upacara	$5x10^{-4}$	$5{,}8x10^{-4}$	$7{,}7x10^{-4}$
3.	Area Parkir Sekolah	$4{,}7x10^{-4}$	$5{,}2x10^{-4}$	$6{,}1x10^{-4}$
4.	Ruang Kelas 4C-6C	$5{,}5x10^{-4}$	$6{,}5x10^{-4}$	$8{,}9x10^{-4}$
5.	Ruang Kelas 3A-5C	$5x10^{-4}$	$5{,}6x10^{-4}$	$6{,}7x10^{-4}$

Tabel 6. Nilai *RQ* Pajanan $PM_{2.5}$

No.	Titik *Sampling*	*RQ Realtime*	*RQ Lifetime*	Kategori
1.	**Gerbang Depan**			
	1) C Minimal	0,04353	0,05146	Tidak Berisiko
	2) C Rata-rata	0,05380	0,06433	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,07017	0,08421	Tidak Berisiko
2.	**Lapangan Upacara**			
	1) C Minimal	0,04912	0,05848	Tidak Berisiko
	2) C Rata-rata	0,05731	0,06784	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,07602	0,09006	Tidak Berisiko
3.	**Area Parkir Sekolah**			
	1) C Minimal	0,04561	0,05497	Tidak Berisiko
	2) C Rata-rata	0,05023	0,06082	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,05965	0,07134	Tidak Berisiko
4.	**Ruang Kelas 4C-6C**			
	1) C Minimal	0,05380	0,06433	Tidak Berisiko
	2) C Rata-rata	0,06316	0,07602	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,08655	0,10409	Tidak Berisiko
5.	**Ruang Kelas 3A-5C**			
	1) C Minimal	0,04912	0,05848	Tidak Berisiko
	2) C Rata-rata	0,05497	0,06549	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,06549	0,07836	Tidak Berisiko

KESIMPULAN

Konsentrasi $PM_{2.5}$ di udara ambien SD N 28 Mandau berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan hasil yang masih berada di bawah nilai baku mutu $PM_{2.5}$ di udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, yaitu sebesar 65 µg/m^3 untuk rata-rata 24 jam, namun sudah melebihi nilai baku mutu $PM_{2.5}$ tahunan berdasarkan standar WHO, yaitu 10 µg/m^3 pada beberapa titik, dengan konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ tertinggi terdapat di ruang kelas 4C-6C sebesar 11,53 µg/m^3 dan konsentrasi rata-rata $PM_{2.5}$ terendah di area parkir sekolah sebesar 9,13 µg/m^3.

Karakteristik antropometri dan pola aktivitas siswa, meliputi umur siswa dengan rata-rata sebesar 10,96 tahun, berat badan siswa dengan rata-rata sebesar 30,41 kg, waktu pajanan harian (tE) siswa di sekolah dengan rata-rata selama 4,757 jam/hari, frekuensi pajanan (fE) di sekolah adalah selama 240 hari/tahun, dan durasi pajanan (Dt) *realtime* dengan rata-rata selama 4,51 tahun. Nilai *RfC* $PM_{2.5}$ diturunkan dari rumus *intake* yaitu sebesar 0,00855 mg/kg/hari.

Nilai *intake realtime* dan *lifetime* $PM_{2.5}$ tertinggi berada pada konsentrasi maksimal di ruang kelas 4C-6C yaitu sebesar $4{,}7 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari (*realtime*) dan $8{,}9 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari (*lifetime*). Sedangkan nilai *intake realtime* dan *lifetime* $PM_{2.5}$ terendah berada pada konsentrasi minimal di gerbang depan sekolah sebesar $3{,}7 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari (*realtime*) dan $4{,}4 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari (*lifetime*).

Hasil analisis pajanan $PM_{2.5}$ per individu diperoleh nilai *intake* $PM_{2.5}$ tertinggi adalah sebesar $6{,}6 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari dan terendah sebesar $2{,}3 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari. Hasil karakterisasi risiko terhadap pajanan $PM_{2.5}$ *realtime* dan *lifetime* pada masing-masing titik *sampling*, maupun karakterisasi risiko per individu menunjukkan tingkat risiko pajanan $PM_{2.5}$ berdasarkan hasil perhitungan seluruhnya yaitu $RQ \leq 1$, yang artinya masih aman bagi siswa dan perlu dipertahankan.

Diharapkan pihak sekolah dan seluruh warga sekolah terutama siswa mengetahui adanya potensi risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan akibat pajanan partikulat di area sekolah seperti melalui kegiatan penyuluhan kesehatan. Serta dapat tetap mempertahankan kondisi lingkungan sekolah agar tingkat risiko selalu berada dalam batas aman, seperti dengan menjaga kebersihan bangunan sekolah dan menambah jumlah tanaman hijau atau vegetasi di sekitar area sekolah. Diharapkan kepada Dinas Lingkungan Hidup setempat untuk melakukan pemantauan kualitas udara terutama konsentrasi partikulat atau $PM_{2.5}$ di udara ambien secara rutin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas, kepada seluruh dosen dan staf Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas, kepada kepala sekolah, guru, siswa SDN 28 Mandau, dan seluruh

pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dan berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Falahdina A. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan PM2.5 pada Pedagang Tetap di Terminal Kampung Rambutan [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, 2017; 2017.
2. Pui DYH, Chen S-C, Zuo Z. PM2.5 in China: Measurements, Sources, Visibility and Health Effects, and Mitigation. Particuology. 2014;13:1–26.
3. Rosalia O, Wispriyono B, Kusnoputranto H. Karakteristik Risiko Kesehatan Non Karsinogen pada Remaja Siswa Akibat Pajanan Inhalasi Debu Particulate Matter. Hasanuddin University; 2018.
4. World Health Organization (WHO). Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease [Internet]. WHO; 2016. Available from: https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/
5. Silitonga A, Wispriyono B. Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Inhalasi Debu Particulate Matter 2.5 pada Siswa Sekolah Menengah Pertama di Kota Depok Tahun 2018. J Nas Kesehat Lingkung Glob. 2020;1(1).
6. Rita R, Lestiani DD, Panjaitan EH, Santoso M, Yulinawati H. Kualitas Udara (PM10 dan PM2.5) untuk Melengkapi Kajian Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. Ecolab. 2016;10(1):1–7.
7. Presiden Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta; 1999.
8. Klingberg J, Broberg M, Strandberg B, Thorsson P, Pleijel H. Influence of Urban Vegetation on Air Pollution and Noise Exposure–a Case Study in Gothenburg, Sweden. Sci Total Environ. 2017;599:1728–39.
9. Kementerian Kesehatan RI: Direktorat Jenderal PP&PL. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Jakarta; 2012.
10. Kalaiarasan G, Balakrishnan RM, Sethunath NA, Manoharan S. Source Apportionment of PM2.5 Particles: Influence of Outdoor Particles on Indoor Environment of Schools Using Chemical Mass Balance. Aerosol Air Qual Res. 2017;17(2):616–25.
11. Maya P. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan PM10 dan Hubungan dengan Gangguan ISPA pada Siswa SD di Kawasan Pabrik Semen Tahun 2018. Padang: Universitas Andalas: Fakultas Kesehatan Masyarakat; 2019.