

# Kadar Debu Partikulat (PM<sub>2,5</sub>) dalam Rumah dan Kejadian ISPA pada Balita di Kelurahan Kayuringin Jaya, Kota Bekasi Tahun 2014

*The Indoor Average Level of PM<sub>2,5</sub> and ARI Among Children Under Five in Kelurahan Kayuringin Jaya, Kota Bekasi 2014*

**Khadijah Azhar\*, Ika Dharmayanti dan Ida Mufida**

Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat, Balitbangkes, Kemenkes RI, Jl. Percetakan Negara No. 29, Jakarta Pusat 10560, Indonesia

\*Korespondensi Penulis : khadijah.azhar@yahoo.com

Submitted: 09-01-2015, Revised: 28-08-2015, Accepted: 30-09-2015

## **Abstrak**

Infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) adalah penyebab utama kematian balita di Indonesia dan berkaitan erat dengan polusi udara. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan gambaran kadar debu partikulat (PM<sub>2,5</sub>) dan hubungannya dengan ISPA pada balita. Survei menggunakan kuesioner terstruktur dilakukan terhadap 106 balita di Kelurahan Kayuringin Bekasi pada bulan Maret hingga Oktober 2014. Data yang dikumpulkan berupa gejala ISPA, pengukuran antropometri, riwayat imunisasi balita, kondisi rumah, dan hasil pengamatan terhadap kondisi jalan terdekat. Pengukuran kadar PM<sub>2,5</sub> dilakukan di ruang keluarga, kamar tidur balita menggunakan alat Haz-Dust EPAM 5000 selama 12 jam. Desain penelitian adalah potong lintang dan dianalisis secara deskriptif maupun analitik. Hasil yang diperoleh sebanyak 69,9% balita dengan gejala ISPA tinggal di rumah berventilasi kurang dan 74,2% balita tinggal di rumah dengan dapur menyatu dengan ruangan lain. Kadar rata-rata PM<sub>2,5</sub> dalam rumah 70 µg/m<sup>3</sup>. Ada perbedaan bermakna antara kadar rerata PM<sub>2,5</sub> dalam rumah di wilayah yang ramai lalu lintas dengan wilayah yang tidak ramai (p=0,02). Kesimpulan yang didapat kadar rerata PM<sub>2,5</sub> udara dalam rumah mencapai dua kali lipat dari baku mutu.

Kata Kunci : PM<sub>2,5</sub>, infeksi saluran pernafasan akut, balita

## **Abstract**

*Acute Respiratory Infection (ARI) is the leading cause of death for children under five years old in Indonesia and have been associated with air pollution. The objective of the study was to identify indoor fine particles (PM<sub>2,5</sub>) concentration and its relationship with ARI among children under five years. A questionnaire-based survey of 106 children was conducted in Kayuringin village, Bekasi city from March to October 2014. Data collected were ARI related symptoms, anthropometry, immunization, housing and traffic density. Assessment of 12-hour PM<sub>2,5</sub> level was done using Haz-Dust EPAM 5000 in living room or children's room. This research was a cross-sectional study using univariate and bivariate analysis. Most of children had ARI related symptoms during 3 months before study. Most of children with ARI (69,9%) lived in poor ventilated houses. More over, the houses had family room that fully integrated with the kitchen (74,2%). The indoor average level of PM<sub>2,5</sub> was 70 µg/m<sup>3</sup> among 46 households. Statistically, there was a significant difference in PM<sub>2,5</sub> average level indoor between houses in high and low traffic density area (p=0,02). The indoor average level of PM<sub>2,5</sub> was two times higher than EPA's standard level (35 µg/m<sup>3</sup>).*

*Keywords: PM<sub>2,5</sub>, ARI, children under five years old*

## **Pendahuluan**

Pencemaran udara cenderung meningkat di perkotaan, karena pesatnya pembangunan industri dan penggunaan kendaraan bermotor. Di Indonesia, kendaraan bermotor merupakan sumber utama polusi udara di perkotaan. Menurut

World Bank, dalam periode tahun 1995 sampai 2001, pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat hampir 100%, dan sebagian besar menghasilkan emisi gas buang yang buruk sebagai akibat kurang perawatan atau penggunaan bahan bakar berkualitas rendah.<sup>1</sup>

Manusia terpajan pencemaran udara melalui kontak mata dan saluran pernafasan (inhalasi) yang dapat berdampak pada kesehatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan kesehatan yang terjadi secara langsung setelah terpajan antara lain iritasi mata, hidung dan tenggorokan, sakit kepala, mual, nyeri otot, asma, dan flu. Dampak yang muncul setelah beberapa tahun terpajan, antara lain penurunan fungsi paru, jantung dan kanker paru yang sulit diobati dan berakibat fatal.<sup>2</sup>

Ditinjau dari sifatnya, secara umum zat pencemar atau polutan di udara berupa gas ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , *volatile organic compounds*) ataupun partikulat. Polutan berupa partikulat tersuspensi, disebut juga *particulate matter* (PM) atau debu partikulat yang merupakan salah satu komponen penting yang berpengaruh terhadap kesehatan. Debu partikulat dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu jenis pertama *coarse* PM berukuran 2,5-10  $\mu\text{m}$  (PM kasar atau  $\text{PM}_{2,5-10}$ ) yang berasal dari abrasi tanah, debu jalan (debu dari ban atau kampas rem), dan agregasi partikel sisa pembakaran. Partikel seukuran ini dapat masuk dan terdeposit di saluran pernapasan utama paru (*trakheobronkial*). Jenis kedua adalah *fine* PM (< 2,5  $\mu\text{m}$ ) dan jenis ketiga *ultrafine* (< 0,1  $\mu\text{m}$ ) berasal dari pembakaran fosil dan dapat dengan mudah terdeposit dalam unit terkecil saluran napas (*alveoli*) bahkan dapat masuk ke sirkulasi darah sistemik.<sup>3</sup>

Efek yang ditimbulkan oleh polutan ini tergantung dari besarnya pajanan (kadar/dosis di udara dan lama/waktu pajanan) dan faktor kerentanan individu. Efek buruk lebih mudah terjadi pada anak, individu dengan penyakit jantung, saluran pernapasan, dan diabetes mellitus. Selain itu, ukuran polutan juga menentukan lokasi anatomis terjadinya deposit polutan dan efeknya terhadap jaringan sekitar.

Berkaitan dengan hal tersebut, melalui Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, sudah ditetapkan baku mutu udara ambien nasional untuk  $\text{PM}_{2,5}$  sebesar 65  $\mu\text{m}/\text{m}^3$  untuk rata-rata 24 jam. Untuk udara di dalam ruangan (*indoor*) baku mutu 35  $\mu\text{m}/\text{m}^3$  sesuai dengan Permenkes No 1077 tahun 2011, sedangkan menurut United States Environmental Protection Agency (USEPA) batas aman  $\text{PM}_{2,5}$  di udara ambien untuk satu tahun adalah 15  $\mu\text{m}/\text{m}^3$ .<sup>4</sup>

Pentingnya kualitas udara di dalam ruangan didasari pertimbangan bahwa pada

umumnya keluarga, terutama anak dan lanjut usia lebih banyak berada di dalam rumah. Udara kotor dapat membahayakan kesehatan. Sebagaimana diketahui penyakit yang masih mendominasi di kalangan anak bawah lima tahun (balita) adalah ISPA dan dilaporkan pada tahun 2013 menyebabkan kematian sekitar empat juta balita per tahunnya. Berdasarkan Riskesdas 2013, prevalensi ISPA anak usia 1-4 tahun mencapai 25,8% dan Riskesdas 2007 sebesar 42,5%.<sup>5,6</sup>

Pencemaran udara di dalam rumah dapat diminimalkan dengan cara, antara lain dengan memperhatikan kondisi fisik rumah, seperti ketersediaan ventilasi yang cukup dan penggunaan bahan material yang aman.<sup>7</sup> Disamping itu perlu diperhatikan penggunaan bahan bakar utama untuk memasak, seperti kayu, asap rokok dan letak rumah yang berdekatan dengan jalan raya ikut memberikan andil terhadap kualitas udara di dalam rumah. Asap buang kendaraan bermotor yang salah satunya mengandung  $\text{PM}_{2,5}$  bisa masuk ke dalam rumah dan membahayakan kesehatan penghuninya.

Namun, upaya meminimalkan polutan di dalam rumah tidaklah mudah, mengingat semakin terbatasnya lahan permukiman terutama di kota besar. Kota Bekasi sebagai salah satu wilayah penyangga ibukota Jakarta, kini telah berkembang menjadi kota terpadat keempat di Indonesia. Jumlah penduduk yang meningkat ditambah dengan kehadiran pusat-pusat kegiatan ekonomi, mendorong semakin kompleksnya permasalahan di kota tersebut, termasuk pencemaran udara. Salah satu wilayah Kota Bekasi dengan jumlah penduduk padat adalah Kelurahan Kayuringin Jaya di Kecamatan Bekasi Selatan. Berada di lokasi yang strategis dan dekat dengan akses jalan bebas hambatan dan permukiman yang sering dilalui oleh kendaraan angkutan umum.<sup>8</sup> Penelitian mengenai kualitas udara khususnya  $\text{PM}_{2,5}$  di Kota Bekasi belum banyak dilakukan, sehingga hal ini menjadi pertimbangan untuk melakukan studi mengenai hubungan kadar  $\text{PM}_{2,5}$  di dalam rumah dengan kejadian ISPA pada balita.

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan gambaran mengenai keterkaitan antara kadar  $\text{PM}_{2,5}$  udara di dalam rumah tinggal dengan kejadian ISPA pada balita di Kota Bekasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kadar  $\text{PM}_{2,5}$  dalam rumah tinggal sebagai faktor risiko gangguan saluran pernafasan.

## Metode

Disain penelitian potong lintang (*cross sectional*), dengan sampel adalah balita yang tinggal di Kelurahan Kayuringin dan memenuhi kriteria inklusi yaitu anak yang berusia 24-59 bulan pada saat pengumpulan data dan sudah tinggal di rumah tersebut minimal 1 tahun. Responden adalah orang tua atau pengasuh balita dan balita.

Cara pengambilan sampel dilakukan dengan membuat daftar balita merujuk data penduduk di Kelurahan Kayuringin Jaya. Berdasarkan data tersebut, dipilih balita yang memenuhi kriteria inklusi dan selanjutnya dipilih secara acak (*random sampling*) sebanyak 106 balita. Jumlah tersebut diperoleh dari perhitungan besar sampel uji beda dua hipotesis. Data yang dikumpulkan diperoleh dari wawancara dengan menggunakan kuesioner terstruktur, observasi dan pengukuran kadar partikulat, luas ventilasi, luas lantai rumah dan pengukuran antropometri.

Berat dan tinggi badan balita diukur menggunakan timbangan digital dan alat ukur tinggi badan multifungsi sehingga nantinya dapat diketahui status gizi balita tersebut. Status gizi balita berdasarkan berat badan per tinggi badan sesuai dengan standar *WHO antro* dan dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu kurus, normal dan gemuk. Kategori kurus apabila nilai *Z score* < -2SD, gemuk bila nilai *Z score* > +2SD dan normal jika -2SD s/d +2SD. Di samping itu, ditanyakan juga apakah balita menderita gejala ISPA (batuk dan pilek) dalam tiga bulan terakhir sebelum survei.

Parameter yang diamati berkaitan dengan kondisi rumah balita dan lingkungannya meliputi kepadatan hunian rumah, kondisi ventilasi, keberadaan perokok dalam rumah, pemakaian obat nyamuk bakar/semprot, jenis lantai terluas, jenis dinding, jenis plafon, jenis bahan bakar yang digunakan untuk memasak dan letak dapur.

Pengukuran kadar  $PM_{2,5}$  suhu dan kelembaban udara dalam rumah diperoleh melalui pengukuran langsung di ruangan tempat balita sering tidur atau ruang dimana balita sering berada. Jenis alat yang digunakan adalah Hazdust/EPAM 5000. Pengukuran dilakukan antara pukul 07.00 – 21.00. Setiap rumah balita diukur kadar  $PM_{2,5}$  satu kali dan hasil pengukuran disajikan dalam kadar rerata, maksimum, dan minimum. Sebelumnya, data yang tersimpan dalam EPAM 5000 dipindahkan ke komputer sehingga grafik

dan data total dapat terbaca dengan bantuan *software DustComm*.<sup>9</sup>

Kadar  $PM_{2,5}$  di dalam ruangan selanjutnya dikelompokkan menjadi dua kategori yakni aman dan tidak aman dengan mengacu pada Nilai Ambang Batas (NAB) yang sudah ditetapkan oleh Permenkes. Kategori aman untuk konsentrasi  $PM_{2,5} \leq 35 \mu g/m^3$  dan kategori tidak aman untuk konsentrasi > 35  $\mu g/m^3$ .

Selain kondisi di dalam rumah, pengamatan juga dilakukan terhadap lingkungan sekitar rumah. Pada umumnya posisi rumah sangat dekat dari jalan yaitu  $\leq 10$  m. Kendaraan yang melintasi adalah motor, mobil pribadi dan angkutan umum dengan tingkat kepadatan yang bervariasi. Untuk di wilayah permukiman padat dan badan jalan yang lebih sempit, motor lebih mendominasi. Kondisi jalan berupa jalan aspal (38,7%), aspal rusak (19,8%) dan selebihnya berupa *conblock*, tanah dan beton.

## Hasil

### a. Gambaran Karakteristik Balita

Balita yang terpilih dalam penelitian ini sebanyak 106 balita yang terdiri dari 58 perempuan dan 48 laki-laki. Umur balita tertua adalah 57 bulan dan termuda adalah 24 bulan. Berdasarkan status gizi, sebagian besar balita memiliki status gizi normal (86,8%). Umumnya sudah mendapatkan imunisasi lengkap, mulai dari Hepatitis, BCG, DPT-HB, Polio dan Campak. Dalam tiga bulan terakhir sebelum survei, sebanyak 91,7% balita laki-laki mengalami gejala ISPA dan 84,5% pada balita perempuan dari total 106 balita. Hasil analisis univariat karakteristik balita dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Distribusi Balita Menurut Status Gizi, Gejala ISPA dan Imunisasi di Kelurahan Kayuringin Jaya, Bekasi Selatan 2014**

Karakteristik Balita		Laki-laki (N=48)		Perempuan (N=58)	
		n	%	n	%
Status Gizi	Kurus	3	6,3	9	15,5
	Normal	43	89,6	49	84,5
	Gemuk	2	4,1	0	0
Gejala ISPA	Tidak	4	8,3	9	15,5
	Ya	44	91,7	49	84,5
Imunisasi	Belum Lengkap	5	10,4	3	5,2
	Lengkap	43	89,6	55	94,8

**b. Kondisi Rumah Balita dan Lingkungannya**

Jenis material yang umumnya dipakai untuk lantai rumah adalah keramik/semen, dinding berupa tembok dan plafon terbuat dari kayu atau triplek. Luas ventilasi rumah sebagian besar (69,8%) kurang dari 10% luas lantai. Rumah-rumah dengan tingkat kepadatan hunian tinggi (rasio luas bangunan dengan jumlah anggota rumah tangga < 10%) sebesar 49,1%.

Sebanyak 74,5% rumah memiliki dapur yang letaknya menyatu dengan ruangan lain, meskipun demikian seluruhnya menggunakan bahan bakar gas/elpiji untuk memasak. Keberadaan anggota rumah tangga yang merokok di dalam rumah sebanyak 48,1%. Sebagian besar rumah tangga (64,2%) tidak menggunakan obat nyamuk bakar/semprot di dalam rumah.

**c. Konsentrasi PM<sub>2,5</sub> di dalam Rumah**

Hasil pengukuran PM<sub>2,5</sub> di dalam rumah balita dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kadar PM<sub>2,5</sub> di dalam Rumah Balita di Kelurahan Kayuringin Jaya, Bekasi Selatan 2014**

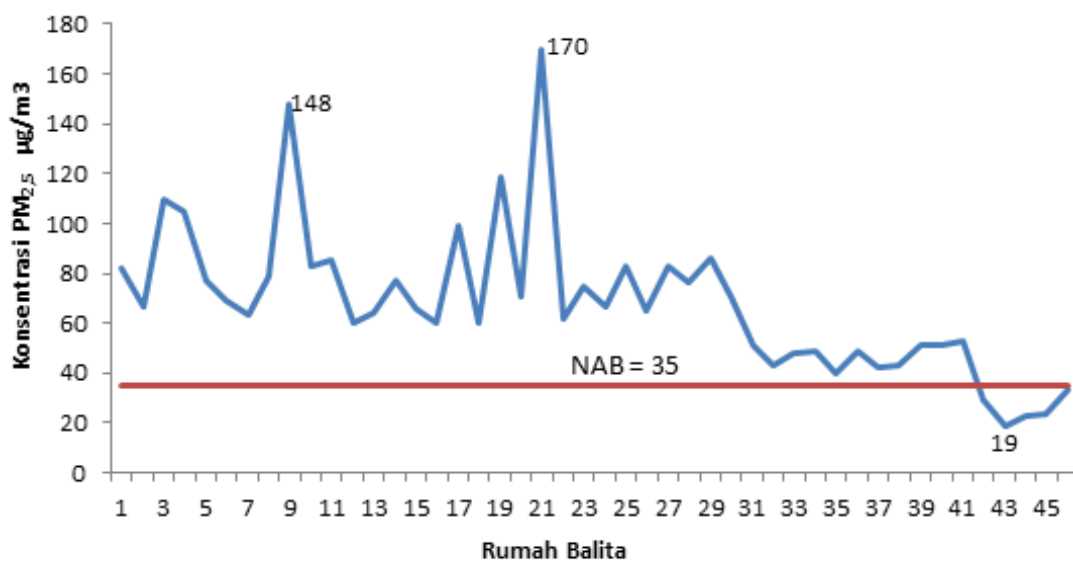
Konsentrasi PM <sub>2,5</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> maksimum	PM <sub>2,5</sub> minimum	PM <sub>2,5</sub> rerata
Median	0,45	0,00	0,06
Rerata	1,04	0,01	0,07
SD	1,72	0,01	0,03

Hasil pengukuran di 46 rumah balita diperoleh konsentrasi rerata PM<sub>2,5</sub> 0,07 mg/m<sup>3</sup> atau setara dengan 70 µg/m<sup>3</sup> yang artinya telah jauh melampaui NAB yang ditetapkan sebesar 35 µg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi PM<sub>2,5</sub> tertinggi mencapai 170 µg/m<sup>3</sup> dan konsentrasi terendah adalah 19 µg/m<sup>3</sup> (Gambar 1).

Pengukuran konsentrasi PM<sub>2,5</sub> di dalam rumah balita secara garis besar dikelompokkan menjadi tiga wilayah, yaitu wilayah Letnan Arsyad, Patuha dan Cendrawasih. Jumlah rumah balita yang diukur masing-masing sebanyak 23, 13 dan 12 rumah. Perumahan di wilayah Letnan Arsyad cukup padat dan jalan yang terdekat dengan rumah responden adalah jalan kecil yang banyak dilalui motor. Konsentrasi PM<sub>2,5</sub> berkisar 29-148 µg/m<sup>3</sup> dan sebagian besar sudah melewati NAB.

Perumahan dan kondisi jalan di wilayah Patuha relatif lebih rapi dan tidak ramai. Sebagian besar konsentrasi PM<sub>2,5</sub> di atas NAB, namun tidak sebanyak di wilayah Letnan Arsyad. Konsentrasi PM<sub>2,5</sub> berkisar 19-119 µg/m<sup>3</sup>. Bila dibandingkan dengan dua wilayah sebelumnya, maka konsentrasi rerata PM<sub>2,5</sub> di wilayah Cendrawasih jauh lebih tinggi yaitu 170 µg/m<sup>3</sup> untuk konsentrasi tertinggi dan konsentrasi terendah 53 µg/m<sup>3</sup>.

Hasil pengukuran konsentrasi PM<sub>2,5</sub> yang dilakukan di ketiga wilayah tersebut dianalisis berdasarkan banyak tidaknya kendaraan yang melintasi jalan dekat rumah balita. Kadar rerata



**Gambar 1. Konsentrasi Rerata PM<sub>2,5</sub> di Rumah Balita**

PM<sub>2,5</sub> di wilayah ramai adalah 70 µg/m<sup>3</sup> dan di wilayah tidak ramai adalah 60 µg/m<sup>3</sup>. Rerata peringkat tiap kelompok rumah yang tidak ramai dilalui kendaraan rerata peringkatnya 20,15 lebih rendah daripada rerata kelompok dengan kendaraan yang ramai, yaitu 29,78. Nilai p value adalah 0,02 artinya terdapat perbedaan rerata kadar PM<sub>2,5</sub> secara bermakna antara kedua kelompok tersebut (Tabel 3).

**Tabel 3. Kadar Rerata PM<sub>2,5</sub> dan Kepadatan Kendaraan di Kelurahan Kayuringin, Bekasi Selatan 2014 (N = 46)**

Kepadatan Kendaraan	N	Kadar Rerata PM 2,5 mg/m <sup>3</sup> (mean ± SD)	Mean Rank	P value
Tidak Ramai	30	0,06 ± 0,03	20,15	0,02
Ramai	16	0,07 ± 0,03	29,78	

#### d. Hasil Analisis Bivariat

Hasil analisis bivariat dari parameter kondisi fisik dan gejala ISPA disajikan pada Tabel 4. Dilihat dari proporsinya, balita yang mengalami ISPA lebih banyak pada kelompok dengan status gizi normal dan sudah mendapatkan imunisasi lengkap. Kondisi rumah balita tersebut sebagian besar memiliki ventilasi yang tidak cukup, letak dapur yang menyatu dengan ruangan lain dan tidak menggunakan obat nyamuk semprot ataupun bakar. Dari 87,7% balita yang menderita gejala ISPA, ada 69,9% balita yang tinggal di rumah dengan ventilasi yang tidak cukup dan 74,2% balita tinggal di rumah dengan dapur menyatu dengan ruangan lain. Sedangkan menurut tingkat kepadatan hunian rumah, baik pada balita dengan gejala ISPA maupun tidak ISPA, proporsinya hampir sama. Proporsi balita dengan gejala ISPA ditemukan sangat tinggi (90,2%) pada rumah dengan kadar PM<sub>2,5</sub> yang sudah melewati NAB.

Secara statistik, variabel yang memiliki hubungan bermakna dengan gejala ISPA adalah status gizi balita yaitu p value < 0,05. Sementara itu variabel lingkungan rumah secara statistika tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan gejala ISPA. Selanjutnya dilakukan juga analisis bivariat antara kadar PM<sub>2,5</sub> dengan variabel balita dan rumah. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.

Sebanyak 90,2% balita yang menderita gejala ISPA tinggal di rumah yang memiliki kadar PM<sub>2,5</sub> melewati baku mutu yang ditetapkan (Tabel 4). Pada penelitian ini kadar PM<sub>2,5</sub> tinggi ditemukan pada rumah dengan ventilasi tidak

cukup, letak dapur menyatu dengan ruangan lain dan adanya perokok pasif. Rumah-rumah tersebut umumnya terletak dekat dengan jalan yang banyak dilewati kendaraan bermotor dengan kondisi jalan yang cukup baik. Penggunaan obat nyamuk semprot tidak banyak ditemukan pada kelompok rumah yang kadar PM<sub>2,5</sub> tinggi.

#### Pembahasan

Keterbatasan penelitian yang menggunakan desain studi *cross sectional* ini antara lain adalah penentuan gejala ISPA balita, yaitu hanya didasarkan pada informasi ibu balita tanpa menelusuri lebih jauh tentang pemeriksaan klinis, frekuensi kejadian dan lamanya sakit selama tiga bulan terakhir sebelum dilakukan wawancara. Selain itu, balita yang ditemui lebih banyak yang sedang atau baru pulih dari gejala ISPA. Mungkin disebabkan antara lain karena saat wawancara bertepatan dengan kondisi cuaca yang tidak bersahabat/transisi dari musim penghujan ke musim kemarau. Implikasinya data variabel gejala ISPA balita kurang bervariasi dan mempengaruhi hasil analisis keseluruhan.

Variabel kepadatan hunian, ventilasi, letak dapur, penggunaan obat nyamuk bakar/semprot dan adanya perokok di rumah merupakan beberapa variabel yang menurut peneliti berperan terhadap kualitas udara di dalam rumah, sehingga keberadaannya akan mempengaruhi kualitas kesehatan penghuni rumah khususnya bagi kelompok rentan seperti balita dan manula. Meskipun dalam penelitian ini secara statistik tidak menunjukkan hubungan yang bermakna, namun proporsi balita yang mengalami gejala ISPA cukup tinggi pada rumah yang berventilasi kurang dan memiliki dapur yang letaknya menyatu dengan ruangan lainnya.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1077 Tahun 2011 luas ventilasi yang memenuhi syarat adalah  $\geq 10\%$  dari luas lantai. Salah satu fungsi ventilasi adalah menjaga kesinambungan aliran udara yang dapat memberikan kesegaran bagi penghuninya. Kurangnya ventilasi menyebabkan berkurangnya konsentrasi oksigen, meningkatnya konsentrasi karbondioksida dan kelembaban sehingga udara dalam rumah menjadi media yang baik bagi perkembangan bakteri patogen.<sup>10,11</sup> Penelitian yang dilakukan di Kawasan Industri Pulo Gadung mendapatkan bahwa ada hubungan antara ventilasi dengan kejadian ISPA pada orang dewasa dengan nilai OR=3,35.<sup>12</sup>

**Tabel 4. Distribusi Balita Menurut Kondisi Balita dan Gejala ISPA di Kelurahan Kayuringin Jaya, Bekasi Selatan 2014 (N = 106)**

Variabel		Gejala ISPA			P value	OR	95% CI	
		n	Tidak (%)	Ya (%)			Bawah	Atas
Status Gizi	Normal	94	69,2	91,4	0,04	0,21	0,05	0,84
	Tidak	12	30,8	8,6				
Kepadatan Hunian	Tidak	54	46,2	51,6	0,77	0,80	0,25	2,57
	Padat	52	53,8	48,4				
Ventilasi	Cukup	32	30,8	30,1	1,00	1,03	0,29	3,63
	Tidak	74	69,2	69,9				
Letak Dapur dengan Ruangannya Lainnya	Terpisah	27	23,1	25,8	1,00	0,86	0,22	3,40
	Menyatu	79	76,9	74,2				
Obat Nyamuk Bakar/Semprot	Tidak	68	46,2	66,7	0,22	2,33	0,72	7,54
	Ada	38	53,8	33,3				
Perokok dalam Rumah	Tidak	55	46,2	52,7	0,77	0,77	0,24	2,46
	Ada	51	53,8	47,3				
Kadar PM <sub>2,5</sub>	Aman	5	20,0	9,8	0,45	2,31	0,21	26,06
	Tidak	41	80,0	90,2				

**Tabel 5. Distribusi Balita Menurut Kondisi Balita, Kondisi Jalan dan Kadar PM<sub>2,5</sub> di Kelurahan Kayuringin Jaya, Bekasi Selatan 2014 (N = 46)**

Variabel		Kadar PM 2,5 (%)			Pv	OR	95% CI	
		n	Aman ( $\leq 35\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tidak Aman ( $> 35\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Bawah	Atas
Kepadatan Hunian	Tidak Padat	25	80,0	51,2	0,36	3,81	0,39	37,07
	Padat	21	20,0	48,8				
Ventilasi	Cukup	11	20,0	24,4	1,00	0,78	0,08	7,76
	Tidak Cukup	35	80,0	75,6				
Letak Dapur dengan Ruangannya Lainnya	Terpisah	8	20,0	17,1	1,00	1,21	0,12	12,57
	Menyatu	38	80,0	82,9				
Obat Nyamuk Bakar/Semprot	Tidak ada	31	60,0	68,3	1,00	1,44	0,21	9,66
	Ada	15	40,0	31,7				
Perokok dalam Rumah	Tidak ada	23	80,0	46,3	0,35	4,63	0,48	45,09
	Ada	23	20,0	53,7				
Jarak Jalan ke Rumah	Jauh	18	20,0	41,5	0,634	0,353	0,04	3,44
	Dekat	28	80,0	58,5				
Jmlh Kendaraan /10 Menit	Sedikit	19	80,0	36,6	0,144	6,93	0,78	67,89
	Banyak	27	20,0	63,4				
Kondisi Jalan	Baik	32	80,0	68,3	1,00	1,86	0,19	18,30
	Kurang baik	14	20,0	31,7				

Bila mengacu pada Indeks Kualitas Udara dari EPA di atas, maka kualitas udara di dalam rumah sudah masuk ke dalam kategori tidak sehat bagi kelompok rentan, dalam hal ini yang dimaksud dengan kelompok rentan adalah balita.<sup>13</sup> Konsentrasi rerata  $PM_{2,5}$  yang masuk dalam kategori tidak sehat bagi balita adalah 35,5 - 55,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Di wilayah Letnan Arsyad konsentrasi rerata  $PM_{2,5}$  adalah 76,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , wilayah Patuha 49,54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan wilayah Cenderawasih 80,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Wilayah Cenderawasih memiliki rata-rata kadar  $PM_{2,5}$  lebih tinggi dibanding wilayah lainnya karena wilayah tersebut berdekatan dengan jalan raya yang ramai, dilintasi oleh beberapa rute angkutan umum dan kendaraan bermotor pribadi. Wilayah Patuha meskipun juga ada yang dekat dengan jalan raya, namun tidak seramai wilayah Cendrawasih. Sedangkan di Letnan Arsyad, perumahan penduduk lebih padat dibanding dua wilayah lainnya, dilalui oleh kendaraan umumnya motor karena ukuran jalan lebih sempit dibanding di Cenderawasih.

Hasil penelitian ini memperlihatkan adanya pengaruh kondisi jalan dengan konsentrasi  $PM_{2,5}$ . Jalanan yang beraspal baik biasanya merupakan jalan raya besar dan dilalui banyak kendaraan, akibatnya polusi udara di sekitar wilayah tersebut menjadi tinggi. Pada kondisi jalan yang baik, proporsi rumah dengan konsentrasi  $PM_{2,5}$  yang tidak aman adalah 60,9% sedangkan kategori aman adalah 8,7%. Proporsi rumah dengan kondisi jalanan ramai kendaraan memiliki konsentrasi  $PM_{2,5}$  yang tidak aman lebih tinggi (56,5%) dibandingkan proporsi rumah dengan jalanan yang sepi kendaraan (32,6%).

Banyaknya kendaraan yang lalu lalang merupakan sumber polutan bagi wilayah permukiman di sekitarnya. Konsentrasi bahan pencemar yang terkandung dalam udara bebas dipengaruhi oleh konsentrasi dan volume bahan pencemar yang dihasilkan oleh suatu sumber, sifat khas bahan pencemar, kondisi meteorologi, klimatologi, topografi dan geografi. Sebagai contoh, di atmosfer faktor meteorologis (curah hujan, arah dan kecepatan angin), kelembaban udara dan temperatur yang secara bersamaan mengalami reaksi kimiawi. Temperatur udara yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi partikel debu di udara, sebaliknya bila suhu udara turun maka partikel debu juga akan berkurang.

Kualitas udara ambien yang buruk bisa mempengaruhi kualitas udara indoor. Penelitian yang dilakukan oleh McCormack

et al, mendapatkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara kadar  $PM_{2,5}$  ambien dengan kadar  $PM_{2,5}$  indoor, yaitu setiap peningkatan kadar  $PM_{2,5}$  ambien sebesar 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  akan meningkatkan kadar  $PM_{2,5}$  indoor sebesar 0,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $p=0,02$ ). Hasil penelitian tersebut juga mengamati jenis kegiatan di dalam rumah yang dapat meningkatkan kadar debu atau partikulat, yaitu merokok dan menyapu. Meskipun di rumah tangga digunakan pendingin udara, namun kadar  $PM_{2,5}$  tidak turun secara berarti. Sebaliknya, dengan membuka jendela selama lebih dari 10 menit per hari dapat menurunkan kadar  $PM_{2,5}$  sebesar 0,88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>14</sup>

Beberapa studi epidemiologi menunjukkan bukti yang kuat hubungan antara polusi udara oleh partikulat ( $PM_{10}$  maupun  $PM_{2,5}$ ) dengan penyakit manusia, khususnya kardiovaskular dan penyakit pernafasan.  $PM_{2,5}$  lebih berbahaya bagi kesehatan dibanding dengan partikulat yang berukuran lebih besar karena dengan ukurannya yang kecil maka potensi untuk terdeposit dalam alveoli dan bahkan masuk ke dalam *blood-gas barrier* akan semakin besar. Paparan partikulat dalam jangka pendek maupun jangka panjang memberikan efek berbeda terhadap kesehatan manusia. Mekanismenya adalah dengan mengganggu daya tahan tubuh termasuk respon imun terhadap infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan virus, seperti yang ditemukan dalam penelitian di Beijing. Hasil yang diperoleh memperlihatkan hubungan yang signifikan antara kadar  $PM_{2,5}$  ambien yang tinggi dengan peningkatan kasus influenza dengan efek tunda pada penduduk di kota tersebut.<sup>15</sup>

Balita dan anak-anak bernafas lebih cepat dibanding orang dewasa sehingga mereka menghirup polutan lebih banyak. Pada kondisi normal, pertumbuhan dan perkembangan paru pada balita dibagi menjadi 2 (dua) tahap. Tahap kesatu adalah 3 (tiga) tahun pertama kehidupan ketika alveoli baru berkembang. Tahap selanjutnya paru-paru akan berkembang pesat di masa kanak-kanak hingga usia 10 tahun. Adanya partikulat yang terhirup akan menyebabkan paru mengalami kerusakan dan peradangan. Efek paparan dari lingkungan yang terlalu dini pada balita bisa lebih merusak dan bersifat permanen sehingga mereka berisiko lebih tinggi.<sup>16</sup> Pada anak usia 10-18 tahun, gangguan perkembangan fungsi paru oleh buruknya kualitas udara akibat pembakaran bahan bakar, juga diketahui baru

akan terjadi ketika mereka mencapai usia dewasa.<sup>17</sup>

## Kesimpulan

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar rerata  $PM_{2,5}$  udara dalam rumah balita sudah mencapai dua kali lipat dari baku mutu ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Kadar rerata  $PM_{2,5}$  yang tinggi ditemukan pada rumah dengan ventilasi kurang, letak dapur yang menyatu dengan ruangan lain dan kondisi jalanan yang ramai dilalui kendaraan bermotor. Di dalam penelitian ini, meskipun secara statistik belum terlihat hubungan yang bermakna antara kadar  $PM_{2,5}$  udara dalam rumah dengan gejala ISPA balita, namun proporsi balita yang mengalami ISPA lebih banyak tinggal di rumah dengan ventilasi yang kurang, letak dapur menyatu dengan ruangan lain serta kadar  $PM_{2,5}$  yang tinggi.

## Saran

Keberadaan partikulat di udara pada dasarnya tidak diharapkan karena tidak ada batas aman yang jelas. Oleh karena itu, perlunya upaya perbaikan lingkungan dan perumahan yang sehat, perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dan penghijauan di lingkungan permukiman oleh pemerintah daerah Bekasi, instansi terkait dan masyarakat sehingga dapat mengurangi dampak polusi udara bagi kesehatan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala Badan Litbang Kesehatan dan Kepala Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan atas kesempatan yang diberikan bagi penelitian ini.

## Daftar Pustaka

1. Zaini J. Dampak polusi udara terhadap kesehatan. Inovasi Online Maret(10)[Internet]. 2008 [cited 2013 July 24]. Available from <<http://io.ppijepang.org/old/article.php?id=244>>.
2. World Health Organization. Bahaya bahan kimia pada kesehatan manusia dan lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2002.
3. US Environmental Protect Agency. Air quality criteria for particulate matter [Internet]. 2013 [cited 2013 March 24]. Available from <<http://cfpub2.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=87903>>.

4. Kementerian Kesehatan. Permenkes RI No.1077/Menkes/Per/V/2011 tentang Pedoman penyehatan udara dalam ruang rumah. Jakarta: Kementerian Kesehatan; 2011.
5. Departemen Kesehatan RI. Laporan hasil Riset Kesehatan Dasar 2007. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2007.
6. Kementerian Kesehatan RI. Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar 2013. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2013
7. Bailie R, Stevens M, McDonald E, Brewster D, Guthridge S. Exploring cross-sectional associations between common childhood illness, housing and social conditions in remote Australian Aboriginal communities. BMC Public Health. 2010;10:1-10.
8. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Bekasi. Kota Bekasi dalam angka (Data primer kota Bekasi) 2011. Bekasi: Bappeda Bekasi; 2012.
9. Environmental Devices Corporation USA. User's guide Haz-Dust environmental particulate air monitor model Epam 5000. USA; 1999.
10. Ritchie, Ingrid, Richard VF. Effects of  $PM_{2,5}$  on children's health in Indiana. Issue paper on summit for children's environmental health 2007 [Internet]. 2007. [cited 2013 May 5]. Available from <[http://ike.roundtablelive.org/Resources/Documents/Environmental\\_Summit/PM\\_2.5](http://ike.roundtablelive.org/Resources/Documents/Environmental_Summit/PM_2.5)>.
11. Wardhana WA. Dampak pencemaran lingkungan. Yogyakarta: Penerbit Andi; 2004.
12. Putri, E. Konsentrasi  $PM_{2,5}$  di udara dalam ruang dan penurunan fungsi paru pada orang dewasa di sekitar kawasan industri Pulo Gadung Jakarta Timur. [Skripsi]. Depok: Universitas Indonesia; 2012.
13. Atmospheric Sciences Departement University of Utah. FAQ about Wintertime  $PM_{2,5}$  Pollution in Utah's Salt Lake Valley. [Internet]. [cited 2014 February 10]. Available from <[http://home.chpc.utah.edu/~whiteman/PM\\_2.5/PM\\_2.5.html](http://home.chpc.utah.edu/~whiteman/PM_2.5/PM_2.5.html)>.
14. McCormack MC, Breyse PN, Hansel NN, Matsui EC, Tonorezos ES, Curtin-Brosnan J, et.al. Common household activities are associated with elevated particulate matter concentrations in bedrooms of inner-city Baltimore pre-school children. Environ Res. 2008; 106(2): 148-155.
15. Liang Y, Fang L, Pan H, Zhang K, Kan H, Brook JR, et al.  $PM_{2,5}$  in Beijing – temporal pattern and its association with influenza. Environmental Health. 2014; 102(13):1-8
16. Grigg J. Particulate matter exposure in children - relevance to chronic obstructive pulmonary disease. Proc Am Thorac Soc. 2009; 6: 564-569.
17. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, Vora H, Thomas D, Berhane K, et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. The NEJM. 2004; 351(11):1057-67.