

PAJANAN *PARTICULATE MATTER* (PM₁₀) DAN GEJALA GANGGUAN PERNAFASAN PADA PADA SISWA SD

Efi Kurniatiningsih¹⁾, Budi Hartono¹⁾

¹⁾ Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

ABSTRAK

Anak-anak merupakan kelompok umur yang memiliki risiko tinggi karena pencemaran *particulate matter* PM₁₀. Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk melihat hubungan intake pajanan PM₁₀ dengan gejala gangguan pernafasan pada anak sekolah dasar. Dalam penelitian ini variabel *intake* pajanan *particulate matter*, jenis kelamin, umur dan status gizi diteliti pengaruhnya terhadap gejala gangguan pernafasan. Disain studi yang digunakan adalah *cross sectional*, analisis data dilakukan dengan univariat dan bivariat terhadap 102 responden. Pengukuran PM₁₀ dilakukan selama 1 jam pada 4 titik sampling telah menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ telah melampaui baku mutu sebesar 120,25 µg/m³. Sebanyak 43,1% responden mengalami gejala gangguan pernafasan dan disimpulkan bahwa *intake* pajanan PM₁₀ yang tinggi berhubungan signifikan dengan gejala gangguan pernafasan dengan peluang 3 kali dibanding responden dengan *intake* pajanan rendah (*p value* = 0,009). Hubungan antara *intake* PM₁₀ dan gejala gangguan pernafasan dipengaruhi juga oleh umur responden dengan *p value* 0,018.

Kata kunci : *Particulate Matter*; PM₁₀; *gangguan pernafasan*; *sekolah*

ABSTRACT

Children are within high risk age group of *particulate matter* PM₁₀ exposure. Therefore, a study needs to be conducted to see the correction of PM₁₀ exposure intake with respiratory symptoms in elementary students age group. In this study, the intake of the PM₁₀ exposure, the gender, the age and the nutritional status are examined to know their effects on the respiratory disease symptoms. The study design being used is cross sectional, with univariat and bivariat analysis on 102 respondents. The measurement of PM₁₀ carried out in 1 hour at 4 sampling points has shown that the concentration of the PM₁₀ has exceeded the standard quality of 120.25 µg/m³. A total of 43.1% respondents are experiencing respiratory symptoms and it is concluded that high exposure intake of PM₁₀ is significantly associated with respiratory symptoms with higher chances a chance of 3 times compared to respondents with low exposure intake (*p value* = 0.009). Relationship between the exposure of PM₁₀ and respiratory symptoms is also influenced by the age of the respondents with *p value* of 0,018.

Keywords: *Particulate matter*; PM₁₀; *respiratory symptoms*; *school*.

1. Pendahuluan

Pajanan PM₁₀ berisiko menimbulkan efek kesehatan yang serius bagi negara maju maupun negara berkembang. Di berbagai kota rata-rata annual levels PM₁₀ yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil mencapai 70 µg/m³, sementara di dalam *guidelines* dinyatakan bahwa untuk mencegah timbulnya gangguan kesehatan maka level PM₁₀ harus lebih kecil dari 20 µg/m³ (Sutra, 2009). Partikel yang masuk dapat

berbahaya bagi kesehatan dikarenakan partikel tersebut mungkin beracun karena sifat kimia dan fisiknya, partikel tersebut mungkin bersifat inert (tidak bereaksi) tetapi jika tertinggal dalam saluran pernafasan dapat mengganggu pembersihan bahan lain yang berbahaya, partikel tersebut mungkin membawa molekul gas berbahaya yang dibawa dengan cara adsorbs sehingga molekul-molekul gas tersebut dapat mencapai dan tertinggal di bagian paru-paru yang sensitive. (Fardiaz, 1992).

Hubungan antara PM₁₀ dan jumlah kasus adalah positif dan signifikan, kelompok umur yang memiliki risiko jatuh sakit yang tinggi karena pencemaran PM₁₀ adalah anak-anak. PM₁₀ menjadi variabel penjelas bagi kemungkinan jatuh sakit pada anak-anak juga jumlah hari sakit pada anak. Hal ini menunjukkan bahwa anak-anak adalah kelompok yang paling rentan terkena dampak pencemaran PM₁₀ pada khususnya dan pencemaran udara pada umumnya. PM₁₀ menjadi salah satu penyebab penyakit pernafasan terutama pada anak-anak yang menderita asma dan orang tua dengan penyakit kardiovaskular (Amalia, 2010). PM₁₀ sekunder dan primer adalah salah satu penyebab infeksi saluran pernafasan bagian atas dan bawah seperti batuk, bronkhitis dan asma terutama pada anak-anak (Amalia, 2010).

Infeksi Saluran Pernafasan Akut sebagai salah satu gangguan pernafasan yang merupakan penyakit sering terjadi pada anak dengan insiden menurut kelompok umur Balita diperkirakan 0,29 kejadian per anak/tahun di negara berkembang dan 0,05 kejadian per anak/tahun di negara maju. Ini menunjukkan bahwa terdapat 156 juta kejadian baru di dunia per tahun dimana 151 juta kejadian (96,7%) terjadi di negara berkembang. Kasus terbanyak terjadi di India (43 juta), China (21 juta) dan Pakistan (10 juta) dan Bangladesh, Indonesia, Nigeria masing-masing 6 juta kejadian. Dari semua kasus yang terjadi di masyarakat, 7-13% kasus berat dan memerlukan perawatan rumah sakit. Kejadian batuk-pilek pada Balita di Indonesia diperkirakan 2-3 kali per tahun. ISPA merupakan salah satu penyebab utama kunjungan pasien di Puskesmas 40% - 60% dan rumah sakit 15% - 30%. (Kemenkes RI, 2012).

Riskesdas 2013 menunjukan bahwa period prevalence nasional ISPA adalah 25 %, Jawa barat 26,2% dan kecamatan Cikarang Utara 29,9 % dan menduduki rangking teratas dalam 10 besar penyakit.

Cikarang Utara merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bekasi yang memiliki kawasan industri terbesar se-Asia Tenggara. Keberadaan kawasan industri tersebut akan berpengaruh pada kualitas udara ambien, sehingga pemantauan kualitas udara perlu dilakukan untuk mengetahui konsentrasi beberapa parameter standar di wilayah ini. Namun sayangnya, alat pemantau kualitas udara atau Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) telah rusak dan tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Lokasi penelitian berada pada jalur masuk menuju kawasan industri dengan transportasi yang padat sebagai akibat dari kegiatan perindustrian. Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara intake (*intake*) pajanan *Particulate Matter* (PM₁₀) dan faktor yang mempengaruhi terhadap gejala gangguan pernafasan pada Siswa SD Negeri Simpangan 01.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2015 merupakan penelitian kuantitatif dengan disain *cross sectional*. Sumber data primer didapatkan dari pengukuran *Particulate matter* PM₁₀ menggunakan alat Haz Duzt Epam 5000 merupakan *real time particulate monitors* yang dilengkapi dengan 3 impactor untuk mengukur particulate PM₁, PM_{2.5} dan PM₁₀. Wawancara dengan orang tua responden menggunakan instrumen kuesioner dan pengukuran antropometri responden digunakan untuk menghitung IMT dan *intake* intake inhalasi pajanan PM₁₀. Perhitungan intake pajanan PM₁₀ menggunakan persamaan Analisis Risiko kesehatan Lingkungan (ARKL) :

$$Intake = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_B \times t_{avg}}$$

Dengan I = intake (intake) pajanan PM_{10} (mg/kg/hari), C = konsentrasi risk agent dalam mg/m^3 (udara), R = laju intake (sesuai rekomendasi EPA, 2011), t_E = waktu pajanan harian (jam/hari), f_E = frekuensi pajanan tahunan (hari/tahun), Dt = durasi pajanan, menggunakan *real time* yaitu durasi panajanan sebenarnya selama responden beraktifitas dalam lokasi penelitian (tahun), Wb = berat badan dalam kg, t_{avg} = periode waktu rata-rata, 30 tahun \times 365 hari/tahun (non karsinogen). Sedangkan data sekunder didapatkan dari tempat penelitian berupa gambaran umum, profil siswa kelas 1 - 6 dan data prevalensi penyakit gangguan pernafasan dari Puskesmas Cikarang Utara. Populasi dalam penelitian ini adalah Siswa di SD Negeri Simpangan 01 Kecamatan Cikarang Utara Kabupaten Bekasi tahun 2015. Sampel yang terpilih sebanyak 102 Siswa secara proposional stratified random sampling. Data yang diperoleh akan dianalisis secara univariat dan bivariat untuk melihat hubungan antara variabel independen dan variabel dependen menggunakan uji statistik *Chi square*. Analisis dilanjutkan dengan *Odd Ratio* (OR) untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel independen dan variabel dependen.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Karakteristik Responden

b. Karakteristik antropometri dan factor pemajanan

Tabel 3.1 Distribusi responden menurut karakteristik antropometri dan faktor pemajanan

Variabel	Mean	SD	Min - mak	95% CI
Berat badan	30,1	9,7	16,7-61,7	28,18 - 32,03
Tinggi badan	132,1	10,7	109-164,5	129,95 - 134,15
Lama pajanan	3,9	0,81	3-5	3,74 - 4,06
Frekuensi pajanan	246,9	2,2	234-248	246,51 - 247,38
Laju intake	0,53	0,056	0,5-0,6	0,521-0,543
Durasi pajanan	2,99	1,59	1-6	2,67-3,3

Rata-rata berat badan responden adalah 30,1 kg dengan tinggi badan 132,1 cm. Lama pajanan PM_{10} responden selama

Karakteristik responden dibagi menurut jenis kelamin, umur, status gizi. Sebagian besar responden adalah perempuan (54,9%), dengan rata-rata umur responden 9,08 tahun dan sebagian besar responden berstatus gizi normal (68,6%).

Karakteristik jenis kelamin responden dengan prosentase 45,1 % laki-laki dan 54,9% perempuan. Karakteristik umur Siswa terdistribusi normal sesuai dengan usia anak sekolah dasar pada umumnya dengan usia termuda 6 tahun sedangkan yang tertua adalah 12 tahun. Sejalan dengan pernyataan Wong (2009), bahwa usia sekolah dasar adalah anak pada usia 6-12 tahun, yang artinya sekolah menjadi pengalaman inti anak. Status gizi Siswa digolongkan berdasarkan standar Indeks Massa Tubuh menurut umur (IMT/umur) yang dikonversi dengan Standar Antropometri Penilaian Gizi Anak usia 5-18 tahun sesuai dengan Kepmenkes RI No. 1995/ Menkes/SK/XII/2010. Berdasarkan analisis data menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada status gizi normal sebesar 68,6%.

Rata-rata umur responden adalah 9 tahun, berdasarkan Angka Kecukupan Gizi/ AKG (2013) bahwa berat badan anak dengan umur 9 tahun adalah 27 kg dengan tinggi badan 130 cm. Hal ini menggambarkan bahwa untuk ukuran berat badan dan tinggi badan responden berada pada kisaran normal untuk anak seusianya.

dalam tempat penelitian adalah 3,9 jam/hari dengan frekuensi pajanan 246,9 hari/tahun. Laju intake inhalasi PM_{10}

responden 0,532 m³/jam dengan durasi pajanan (*real time*) adalah 2,99 tahun.

Lama pajanan PM₁₀ setiap responden berbeda satu dengan lainnya tergantung dari tingkat kelas dari responden. Dari analisis data yang dilakukan diperoleh bahwa rata-rata lama pajanan responden terhadap PM₁₀ selama di Sekolah adalah 3,9 jam/ hari dengan lama pajanan tersingkat 3 jam dan terlama selama 5 jam. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Abrianto (2004) yang menyebutkan bahwa rata-rata lama pajanan anak sekolah dasar negeri kurang dari 8 jam yaitu 5,76 jam/ hari.

Frekuensi pajanan adalah jumlah hari aktifitas responden dalam satu tahun sehingga terpajan PM₁₀ dengan rata-rata adalah 246,5 hari/ tahun. Nilai frekuensi pajanan dari setiap responden akan berbeda karena berhubungan dengan jumlah absensi tiap Siswa. Nilai frekuensi pajanan diperoleh dari nilai hari efektif dalam satu tahun dikurangi dengan jumlah absensi dalam satu tahun ajaran.

Laju inhalasi adalah jumlah volume udara yang dihirup oleh responden per satuan waktu. Berdasarkan nilai default EPA (2001) laju inhalasi untuk orang dewasa adalah 20 m³/ hari atau 0,83 m³/ jam, sedangkan untuk anak-anak adalah 12 m³/hari atau 0,5 m³/jam. Laju inhalasi dapat diturunkan dari nilai berat badan dengan menggunakan persamaan logaritmik yaitu didapatkan dari perhitungan kurva logaritmik berat badan terhadap laju inhalasi normal. Persamaan logaritmik tersebut adalah $y=5,3\ln(x)-6,9$ dimana $y=R$ (m³/hari) adalah laju inhalasi sedangkan $x=Wb$ dalam kg (Abrianto, 2004). Scatter plot berat badan versus laju inhalasi yang dihasilkan Abrianto (2004) memperlihatkan grafik yang tidak linier pada titik-titik diatas 15 kg sehingga persamaan yang dihasilkan lebih cocok untuk balita dan anak-anak (Nukman et. al, 2005). Dengan alasan tersebut maka peneliti menggunakan laju inhalasi kombinasi laki-laki dan perempuan per kelompok umur sesuai rekomendasi

Exposure Faktor Handbook EPA (2011). Dari analisis data didapatkan rata-rata laju inhalasi responden terhadap PM₁₀ adalah 0,532 m³/jam. Jika dibandingkan dengan menggunakan persamaan Abrianto (2004) maka didapatkan nilai rata-rata laju inhalasi 0,45 m³/jam.

Perhitungan intake (intake) pajanan *real time* nilai durasi pajanan yang digunakan adalah durasi pajanan *real time* yang diperoleh dari hasil wawancara langsung dengan responden. Dimana nilai durasi pajanan *real time* adalah sesuai dengan berapa lama dalam tahun telah menghabiskan waktu untuk bersekolah di tempat penelitian. Dari analisis data didapatkan rata-rata durasi pajanan *real time* responden terhadap PM₁₀ adalah 2,99 tahun.

c. **Gambaran konsentrasi PM₁₀, intake pajanan dan gejala gangguan pernafasan**

Hasil pengukuran konsentrasi PM₁₀ rata-rata konsentrasi PM₁₀ 120,25 µg/m³, *intake* pajanan PM₁₀ terdistribusi tidak normal dengan median $6,2 \times 10^{-4}$ mg/kg berat badan/hari. Terdapat 43,1% dari sejumlah responden yang mengalami gejala gangguan pernafasan.

Pengukuran konsentrasi *particulate matter* PM₁₀ menggunakan alat *Haz Dust Epam 5000*. Pengukuran dilakukan pada siang hari pada saat melaksanakan proses belajar. Pengukuran dilakukan pada 4 titik selama 1 jam secara bergantian di masing-masing kelas. Menurut Kepmenkes 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industry dalam lampiran I tentang persyaratan dan tata cara penyelenggaraan kesehatan lingkungan kerja perkantoran, konsentrasi maksimal debu total dalam pengukuran 8 jam adalah 150 µg/m³ artinya jika menurut Petter et. al, (2000) dalam Rahman (2008) bahwa PM₁₀ adalah 68% dari debu total maka konsentrasi maksimal PM₁₀ adalah 102

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi PM_{10} telah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan.

Nilai *intake* merupakan dosis sebenarnya yang diterima oleh populasi berisiko dalam mg/kg berat badan/ hari. *Intake* pajanan PM_{10} diperoleh bahwa *intake* pajanan PM_{10} terdistribusi tidak normal dengan median $6,2 \times 10^{-4}$ mg/kg berat badan/hari. Pada penelitian lain di Kelapa Gading diperoleh bahwa rata-rata *intake* pajanan responden adalah $1,4 \times 10^{-3}$ dengan *intake* tertinggi pada tukang ojeg yaitu $2,2 \times 10^{-3}$, Sukadi (2014).

Hasil penelitian lain di Bundaran HI hal yang serupa dimana Tukang ojek memiliki *intake real time* paling tinggi dibanding kelompok lainnya, Wardani (2012). Nilai *intake* setiap responden akan cenderung berbeda hal ini sangat mungkin terjadi karena pajanan seseorang pada sebuah *materials substances* sangat dipengaruhi oleh faktor pemajanan (konsentrasi, laju inhalasi, waktu pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan dan berat badan) serta pola aktifitas dari masing-masing individu. Responden dengan nilai *intake* yang tinggi dapat

diperkirakan akan lebih memiliki probabilitas untuk terkena gangguan kesehatan terkait pajanan PM_{10} .

Pengaruh partikel debu yang berada di udara tergantung dari ukurannya. Ukuran partikel debu umumnya yang membahayakan kesehatan berukuran 01 sampai dengan 10 mikron. Ukuran partikel debu ≤ 5 mikron langsung masuk paru-paru dan mengendap di alveoli. Partikel debu ukuran ≥ 5 mikron dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi. Debu dapat menyebabkan iritasi mukosa bronchitis dan fibrosis paru. (Kastiyowaty, 2001).

Penelitian yang dilakukan oleh Douglas W. Dockery, et. al (1989) yang menguji hubungan polusi udara dengan kesehatan pernafasan kronis pada anak-anak. Berdasarkan data yang diperoleh dari stasiun pengukuran kualitas udara menunjukkan bahwa *particulate matter* (TSP, PM_{15} dan $\text{PM}_{2,5}$) yang tinggi berhubungan positif dengan tingkat batuk kronis, bronchitis dan penyakit dada selama tahun 1980-1981.

d. Hubungan variable independen dan variable dependen

Tabel 3.2 Hubungan *intake* pajanan PM_{10} dan gejala gangguan pernafasan

Intake pajanan PM_{10}	Gejala gangguan pernafasan				Total		OR (95% CI)	P value
	Ya		Tidak		n	%		
	n	%	n	%	n	%		
Tinggi	29	56,9	22	43,1	51	100	3,164	0,009
Rendah	15	29,4	36	70,6	51	100	(1.396-7.172)	
Jumlah	44	43.1	58	56.9	102	100		

Hubungan *intake* pajanan PM_{10} dan gejala gangguan pernafasan sebanyak 56,9% responden dengan *intake* pajanan tinggi mengalami gejala gangguan pernafasan. Sedangkan diantara Siswa dengan *intake* pajanan PM_{10} rendah terdapat Siswa dengan gejala gangguan pernafasan sebanyak 29,4%. Uji statistik diperoleh nilai *p value* = 0,009 dan OR= 3,164 maka Siswa dengan *intake* pajanan tinggi berpeluang 3 kali untuk mengalami

gejala gangguan pernafasan dibanding dengan Siswa dengan *intake* pajanan PM_{10} rendah.

Risiko anak-anak sekolah dasar negeri yang mempunyai *intake* pajanan PM_{10} tinggi (diatas rata-rata) mempunyai peluang sebanyak 3,164 kali untuk mengalami gejala gangguan pernafasan dibanding dengan anak sekolah dasar dengan *intake* pajanan PM_{10} rendah. Sejalan dengan penelitian Handajani,

(2004) pada karakteristik responden yang sama, mengatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara peningkatan kadar $PM_{2.5}$ dalam ruangan kelas sekolah dasar negeri dengan peningkatan kejadian gangguan saluran pernafasan pada anak sekolah dasar negeri dan keeratan hubungan tersebut dibuktikan dengan nilai RR 2,66. Begitupun dengan penelitian Wahyuni (2014) menunjukkan ada nya hubungan yang signifikan antara PM_{10} yang tidak memenuhi syarat dengan

kejadian ISPA pada Balita di Kota Bekasi dengan nilai OR 11,333. Akan tetapi penelitian Sutra (2009) berpendapat berbeda bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara proporsi kejadian ISPA pekerja dengan *intake* pajanan PM_{10} tinggi dan rendah. Hal ini mungkin saja dapat terjadi karena *intake* pajanan PM_{10} yang tinggi tidak cukup menyebabkan kejadian gangguan pernafasan, banyak faktor yang dapat mempengaruhi seperti antropometri, pola aktifitas dan faktor pemajanan.

Tabel 3.3 Hubungan jenis kelamin dan gejala gangguan pernafasan

Jenis kelamin	Gejala gangguan pernafasan				Total		P value
	Ya		Tidak		n	%	
	n	%	n	%			
Perempuan	25	44,6	31	55,4	56	100	0,89
Laki-laki	19	41,3	27	58,7	46	100	
Jumlah	44	43.1	58	56.9	102	100	

Sebanyak 44,6% Siswa berjenis kelamin perempuan yang mengalami gejala gangguan pernafasan. Sedangkan Siswa dengan jenis kelamin laki-laki 41,3% mengalami gejala gangguan pernafasan. Hasil uji statistik diperoleh nilai *p value* = 0,89 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dengan gejala gangguan pernafasan.

Variabel jenis kelamin dengan kejadian gejala gangguan pernafasan belum menunjukkan hubungan yang signifikan dengan *p value* 0,89 berarti tidak ada hubungan antara jenis kelamin dengan gejala gangguan pernafasan. Artinya laki-laki dan perempuan memiliki peluang yang sama untuk sehat maupun mempunyai peluang yang sama untuk mengalami gejala gangguan pernafasan. Penelitian Handajani (2004) tidak mendukung hasil penelitian ini karena

dengan uji statistik yang dilakukan dihasilkan bahwa ada hubungan signifikan antara jenis kelamin dengan kejadian gangguan saluran pernafasan dan anak laki-laki memiliki risiko 1,77 kali untuk terkena gangguan pernafasan dibanding dengan anak perempuan. Senada dengan penelitian Surjanto (2007) menyatakan bahwa ada hubungan jenis kelamin dengan gangguan saluran pernafasan dengan *p value* 0,012 dengan nilai OR 1,74 yang berarti bahwa responden perempuan mempunyai peluang 1,74 kali untuk mengalami gangguan saluran pernafasan dibandingkan dengan responden laki-laki. Dalam hal ini tingkat kondisi kesehatan responden sangat berperan dalam kejadian gangguan saluran pernafasan terutama tingkat kekebalan tubuh responden yang dapat berubah sewaktu-waktu (Pudjiastuti, 1998 dalam Surjanto, 2007).

Tabel 3.4 Hubungan umur dan gejala gangguan pernafasan

Umur	Gejala gangguan pernafasan				Total		OR (95% CI)	P value
	Ya		Tidak		n	%		
	n	%	n	%				
Berisiko (diabawah rata-rata)	20	32,8	41	67,2	61	100	0,346 (0,152-0,784)	0.018
Tidak (diatas rata- rata)	24	58,5	17	41,5	41	100		
Jumlah	44	43.1	58	56.9	102	100		

Umur responden yang berisiko yang mengalami gejala gangguan pernafasan sebanyak 32,8%. Sedangkan responden dengan umur tidak berisiko (diatas rata-rata) yang mengalami gejala gangguan pernafasan sebanyak 58,5%. rata-rata mempunyai peluang 0,3 kali untuk mengalami gejala gangguan pernafasan dibanding dengan Siswa yang berumur diatas rata-rata.

Teori yang mengatakan bahwa kelompok umur yang rentan terhadap pajanan partikulat udara ambient adalah kelompok umur dibawah 18 tahun dan diatas 65 tahun (Johnson, 2005). Tetapi penelitian Surjanto (2007) berbanding terbalik dengan hal ini karena berdasarkan uji statistiknya didapatkan bahwa tidak ada hubungan antara umur dengan gangguan saluran pernafasan dengan nilai OR 0,074. Seperti dikutip Handajani (2004) dari *U.S Environment Protection Agency* (2003)

Hasil uji statistik diperoleh nilai $p = 0,018$ ada hubungan yang signifikan antara umur dengan gejala gangguan pernafasan. Hasil analisis diperoleh pula nilai $OR = 0,346$ artinya Siswa dengan umur dibawah

bahwa *particulate matter* yang terhisap terdiri dari partikel halus ($PM_{2.5}$) dan partikel kasar (PM_{10}) yang terakumulasi dalam saluran pernafasan dan dihubungkan dengan efek kesehatan. Pemajanan partikel kasar dihubungkan dengan kondisi gangguan pernafasan seperti asma. Frekuensi kejadian asma yang lebih besar telah diobservasi pada anak umur 11 tahun yang tinggal di area dengan lalu lintas kota yang sibuk di Munich –Jerman. Penelitian lain juga menyebutkan terjadi kejadian yang lebih tinggi untuk gejala asma dan alergi rhinitis pada anak umur 12-15 tahun yang tinggal dekat jalan raya. (Handajani, 2004).

Tabel 3.5 Hubungan status gizi dengan gejala gangguan pernafasan

Status gizi	Gejala gangguan pernafasan				Total		P value
	Ya		Tidak		n	%	
	n	%	n	%			
Berisiko (sangat kurus, kurus)	7	70	3	30	10	100	0.096
Tidak (normal, gemuk, obesitas)	3	40,2	55	59,8	92	100	
Jumlah	4	43.1	58	56.9	102	100	
	4						

Sebanyak 70% Siswa dengan status berisiko mengalami gejala gangguan pernafasan sedangkan Siswa dengan status

gizi tidak berisiko 40,2% mengalami gejala gangguan pernafasan. Uji statistik diperoleh nilai $p = 0,096$ disimpulkan

tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi dengan gejala gangguan pernafasan pada penelitian ini.

Indeks massa tubuh adalah salah satu parameter yang digunakan untuk menilai status gizi (Townsend, et. al, 2000 dalam Surjanto 2007). Sejalan dengan penelitian Handajani (2004) bahwa diperoleh hasil tidak ada hubungan yang bermakna antara status gizi anak dengan kejadian gangguan saluran pernafasan dengan *p value* 0,518. Beberapa teori menyebutkan bahwa anak dengan keadaan gizi yang kurang lebih mudah terserang penyakit infeksi disebabkan kurangnya daya tahan tubuh, sehingga tubuh lebih mudah terserang berbagai macam infeksi. Hal ini banyak dibuktikan dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan hubungan yang bermakna antara status gizi anak dengan kejadian infeksi saluran pernafasan akut, salah satunya penelitian yang dilakukan Sumargono (Santi, DN, 2003). Penelitian Surjanto (2007) menyebutkan hal yang berbeda dari penelitian ini bahwa ada hubungan antara indeks massa tubuh dengan gangguan saluran pernafasan khususnya bronchitis kronis. Dengan status gizi yang baik merupakan protektor terhadap kejadian gangguan saluran pernafasan dengan nilai OR Regresi logistic sederhana 0,41. Tidak adanya hubungan antara status gizi dan gejala gangguan pernafasan pada penelitian ini dikarenakan distribusi responden menurut status gizi dominan berada pada kategori status gizi baik (normal, gemuk, obesitas). Sehingga prosentase responden dengan status gizi kurang baik sangat sedikit sehingga mempengaruhi hasil uji statistik.

4. Kesimpulan

Karakteristik responden menurut jenis kelamin menunjukkan perempuan lebih banyak dibanding laki-laki yaitu 54,9 %, rata-rata responden berumur 9 tahun dengan status gizi dalam kategori baik

sebanyak 90,2%. Karakteristik antropometri dan faktor pemajanan responden berada pada kisaran berat badan 30,1 kg dan tinggi badan 132,1 cm dengan rata-rata lama pemajanan PM₁₀ 3,9 jam/hari, frekuensi pajanan 246,9 hari/tahun, laju *intake* 0,53 m³/jam dan durasi pajanan 2,99 tahun. *intake* pajanan PM₁₀ inhalasi $6,2 \times 10^{-4}$ mg/kg berat badan/hari. Responden yang mengalami gejala gangguan pernafasan adalah sebesar 43,1 %. Terdapat hubungan yang signifikan antara intake pajanan PM₁₀ dengan gejala gangguan pernafasan dengan *p value* 0,009. Gangguan pernafasan berhubungan signifikan dengan umur responden dengan *p value* 0,018. Gejala gangguan pernafasan tidak berhubungan dengan jenis kelamin dan status gizi responden dengan *p value* 0,89 dan *p value* 0,096. Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan untuk :

1. Bagi Dinkes Kabupaten Bekasi hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan perencanaan program pengendalian penyakit tidak menular pada anak sekolah melalui kajian risiko.
2. Bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bekasi, hasil pengukuran konsentrasi PM₁₀ memberikan gambaran kualitas udara dan diperlukan pemantauan lebih lanjut dengan pemasangan alat pengukur indeks pencemaran udara.
3. Bagi pihak Sekolah Dasar Negeri Simpangan 01 menjaga kualitas lingkungan dari polutan udara dengan menambah area penghijauan terutama ditepian halaman sekolah yang berbatasan dengan jalan raya sehingga dapat menjadi *barrier* masuknya *particulate matter*, penghijauan di lantai 2 dengan tanaman hias yang dapat menjadi *reseptor* bagi polutan udara contohnya seperti lidah mertua (*Sansevieria*) dan puring (*Codiaeum variegatum*) dan mengoptimalkan fungsi ventilasi yang ada dengan rutin

- membuka agar sirkulasi udara dalam ruangan menjadi lancar.
4. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian serupa dengan menambahkan variabel lain yang terkait dengan *pajanan particulate matter* dan gangguan pernafasan dengan wilayah studi yang mewakili daerah Cikarang Utara.

Daftar Pustaka

- Abrianto, H (2004). *Analisis Risiko pencemaran partikel debu terhirup (PM₁₀) terhadap Siswa selama berada di Sekolah Dasar Negeri 1 Pondok Cina Kota Depok Jawa Barat*. Skripsi. Depok: FKM Universitas Indonesia.
- Achmadi, U. F. (2011). *Dasar-dasar penyakit berbasis lingkungan*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Perkasa.
- Amalia, Mia. (2010). *Perkiraan Dampak Konsentrasi PM₁₀ pada Kesehatan Masyarakat di Jabodetabek*. Jakarta: Bappenas
- Chandra, Budiman. (2007). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Douglas W. Dockery, et. al. (1989). *Effects of Inhalable Particles on Respiratory Health of Children*". American Review of Respiratory Disease, Vol. 139, No. 3 (1989), pp. 587-594. <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm/139.3.587#.VZXXsBuq8O>.
- Fardiaz, Srikandi (2003). *Polusi air dan udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Handajani, Ruli. (2004). *Analisis konsentrasi PM_{2.5} dan Gangguan saluran pernafasan pada anak sekolah dasar Negeri di Kota Palembang tahun 2004*. Tesis. Depok: FKM Universitas Indonesia
- Kastiyowaty. I (2001). *Dampak dan upaya penanggulangan pencemaran udara*. Buletin litbang pertahanan Indonesia. STT No. 2289 Vol. VI No. 7.
- Kemenkes RI. (2002). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. No.1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri.
- Kemenkes RI. (2010). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. No.1995/Menkes/SK/XII/2010 tentang Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak.
- Kemenkes, Ditjen PP dan PL.(2012). *Pedoman pengendalian Infeksi Saluran Pernafasan Akut*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI
- Purwana, Rachmadhi. (1999). *Partikulat rumah sebagai factor risiko gangguan pernafasan anak balita (Penelitian di Kelurahan Pekojan Jakarta)*. Disertasi. Depok: FKM Universitas Indonesia
- Rahman, Abdur (2008). *Analisis risiko kesehatan lingkungan pertambangan kapur di Sukabumi, Cirebon, Tegal, Jepara dan Tulung Agung*. Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri FKM UI & Ditjen PP & PL Depkes RI.
- Siregar, Sjawitri. P (2000). *Faktor Atopi dan Asma Bronkial pada Anak*. Sari Pediatri, Vol. 2, No. 1, Juni 2000: 23 – 28.
- Sukadi. (2014). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan PM₁₀ dan SO₂ di Kelapa Gading Jakarta Utara tahun 2014*. Skripsi. Depok: FKM Universitas Indonesia
- Surjanto. (2007). *Hubungan antara pajanan Total Suspended Particulate (TSP) dan Particulate matter 10 µm (PM₁₀) di udara ambient dengan*

- gangguan saluran pernafasan. Tesis. Depok: FKM Universitas Indonesia*
- Sutra, D. E. (2009). *Hubungan antara pemajanan Particulate Matter 10 μ m (PM10) dengan gejala Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Pekerja Pertambangan kapur tradisional (Studi di pertambangan kapur tradisional Gunung Magisit, Ciputat, Kabupaten Bandung Barat tahun 2009). Skripsi. Depok. Jawa Barat: FKM Universitas Indonesia.*
- Wahyuni, N. P. (2014). *Pengaruh Particulate Matter PM10 udara rumah tinggal terhadap kejadian infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Balita di wilayah kerja Puskesmas Pejuang Kecamatan Medan Satria Kota Bekasi tahun 2013. Skripsi. Depok: FKM Universitas Indonesia.*
- World Health Organization. (2011). *Health aspect of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report on WHO Working Group: Bonn.*