

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN SULFUR DIOKSIDA (SO₂) UDARA AMBIEN PADA PEDAGANG KAKI LIMA DI TERMINAL BUS PULOGADUNG, JAKARTA TIMUR

Kunti Wijarti, Yusniar Hanani D, Nikie Astorina Yunita D
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email: kuntiwijarti@gmail.com

Abstract : *The contribution of air pollution in urban areas around 87% comes from transportation activities. Pulogadung Bus Station in East Jakarta is one of the potential sites in pollution emissions of SO₂ gas. Street vendors are the population most at risk for contamination of vehicle exhaust gases. The purpose of this research was analyze the level of non-carcinogenic health risks of exposure to SO₂ against street vendors at Pulogadung Bus Station due to transportation activities. This research used observational research with approach Environmental Health Risk Assessment. The population in this research was 140 street vendors at Pulogadung Bus Station with a sample of 60 street vendors. SO₂ measurements performed by pararosanilin method using a spectrophotometer. The results showed the average concentration of SO₂ at Pulogadung Bus Station was 133,78 ug/m³ which means it is still well below the standards set by the Governor Decree No. 551 of 2001. The average weight of respondents 58 kg, the average daily exposure time 13 hours/day, the average frequency of exposure 329 days/year and the average duration of exposure for 15 years. The average intake of SO₂ real time is 0.01461 mg/kg/day and intake life time is 0.02412 mg/kg/day. The average RQ in real time exposure is 0.5619 mg/kg/day and the life time of exposure is 0.9278 mg/kg/day. Characteristics of non-carcinogenic health risks of exposure to SO₂ on street vendors at Pulogadung Bus Station in East Jakarta indicate that as many as 13 street vendors (21.67%) exposure in real time and 19 street vendors (31.67%) in the life time risk exposure resulting from exposure to SO₂. The conclusion of this study is street vendors in Pulogadung Bus Station have categories yet non carcinogenic health risk by exposure to SO₂.*

Keywords : *Environmental Health Risk Assessment, SO₂, Bus Station, street vendors*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sekitar 87 % kontribusi pencemaran udara berasal dari sektor transportasi. Pembakaran bensin yang tidak sempurna dalam mesin kendaraan bermotor

merupakan salah satu penyumbang terbesar polusi udara di kota. Polusi udara yang dikeluarkan bisa berupa karbon monoksida, nitrogen oksida, sulfur oksida, partikel padatan seperti timbal. Senyawa-senyawa tersebut bisa dijumpai dalam bahan

bakar kendaraan bermotor dan minyak pelumas mesin. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak) menyebabkan udara yang kita hirup di sekitar kita menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran. Rancangan mesin pada kendaraan bermotor serta kualitas bensin ikut menentukan jumlah pencemaran yang akan ditimbulkan.^{1,2}

Masalah kesehatan lingkungan utama yang terjadi di dunia adalah pencemaran udara, terutama terjadi di negara – negara yang sedang berkembang.³ Secara regional negara – negara berpenghasilan rendah dan menengah di wilayah Asia Tenggara dan Pasifik memiliki beban penyakit terkait polusi udara terbesar pada tahun 2012, dengan total 3,3 juta kematian akibat polusi udara dalam ruangan dan 2,6 juta kematian yang berhubungan dengan polusi udara di luar ruangan.⁴ Salah satu sumber pencemaran udara di luar ruangan yaitu berasal dari sektor transportasi. Penggunaan BBM pada transportasi akan mengemisikan debu SPM (*Suspended Particulate Matter*) SO₂, NO₂, debu TSP, debu PM₁₀, dan Pb.⁵

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 41 tahun 1999, salah satu parameter pencemaran udara adalah sulfur dioksida (SO₂). SO₂ mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara. SO₂ terbentuk saat terjadi pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur.⁶ Berdasarkan SK Gubernur Nomor 551 tahun 2001 baku mutu untuk Sulfur dioksida adalah 900 µg/m³ / 1 jam pengukuran.⁷ Sulfur dioksida (SO₂) di udara mempunyai

pengaruh langsung terhadap manusia terutama karena sifat iritasi dari gas itu sendiri. SO₂ ini dapat menyebabkan penyakit bronchitis, emphisemia dan lain – lain, serta penderita penyakit saluran pernafasan menjadi lebih parah keadaannya.⁸

Terminal merupakan salah satu tempat berkontribusi dalam pencemaran udara. Terminal Bus Antar Kota Antar Provinsi Pulogadung merupakan salah satu terminal terbesar di Jakarta yang terletak di Jalan Perintis Kemerdekaan No. 1 Pulo Gadung Jakarta Timur. Luas lahan Terminal Pulogadung 35.196 m² (3,5 ha), trayek yang dilayani berjumlah 103 trayek, jumlah bus kota 814 kendaraan (bus besar, sedang dan kecil) dan jumlah bus antar kota 470 kendaraan. Keberadaan industri-industri yang berjarak ± 1 km dari terminal juga ikut berperan mengeluarkan gas pencemar udara lainnya yang mempunyai dampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Hasil pemantauan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jakarta memperlihatkan konsentrasi zat pencemar SO₂ di kawasan Pulogadung tahun 2011 konsentrasi SO₂ sebesar 28,89 µg/m³, tahun 2012 sebesar 34,36 µg/m³, tahun 2013 sebesar 69,33 µg/m³ dan pada tahun 2014 sebesar 83,54 µg/m³.⁹ Pengukuran konsentrasi SO₂ tersebut menunjukkan setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan, akan tetapi masih di bawah mutu berdasarkan SK Gubernur Nomor 551 tahun 2001 baku mutu untuk Sulfur dioksida adalah 900 µg/m³ / 1 jam pengukuran.

Tingginya aktivitas kendaraan umum di Terminal Bus Pulogadung juga diikuti dengan berbagai aktivitas manusia. Selain penumpang dan awak kendaraan bermotor tersebut, pedagang yang berjualan di sekitar kawasan terminal merupakan populasi yang paling berisiko terhadap pencemaran gas buangan kendaraan di Terminal Bus Pulogadung. Jumlah pedagang kaki lima (PKL) di sekitar kawasan Terminal Pulogadung sebanyak 145 orang. Waktu di terminal pajanan pedagang lebih lama dibandingkan dengan penumpang dan awak kendaraan bermotor.

Studi pendahuluan yang telah dilakukan ke dua pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung yaitu didapatkan bahwa PKL masing-masing telah berjualan di terminal selama lima dan delapan tahun dengan lama kerja dalam sehari berkisar 12-15 jam. Para pedagang kaki lima juga sering merasakan batuk-batuk, sesak nafas serta iritasi mata. Hal ini diduga bahwa para PKL terpajan oleh emisi gas polutan salah satunya gas SO_2 oleh kendaraan bermotor di lingkungan Terminal Bus Pulogadung.

Hasil studi yang dilakukan oleh Ditjen PPM & PL, tahun 1999 pada pusat keramaian di tiga kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Yogyakarta, dan Semarang menunjukkan gambaran sebagai berikut: kadar debu (SPM) $280 \mu g/m^3$, kadar SO_2 sebesar 0,76 ppm ($1.990 \mu g/m^3$), dan kadar NO_x sebesar 0,50 ppm ($940 \mu g/m^3$). Angka tersebut telah melebihi nilai ambang batas/standar kualitas udara.^{10,11}

Salah satu metode untuk mengukur tingkat risiko kesehatan akibat pajanan toksikan pada

manusia yang terpapar adalah metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL yaitu studi yang memperkirakan tingkat risiko kesehatan secara kuantitatif bagi mereka yang terpajan oleh zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber baik fisik, kimia dan biologis.¹²

Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis tingkat risiko kesehatan non karsinogenik paparan SO_2 terhadap pedagang kaki lima (PKL) di Terminal Bus Pulogadung akibat aktivitas transportasi.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Populasi subjek pada penelitian ini adalah pedagang kaki lima (PKL) di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur berjumlah sekitar 140 orang dan didapatkan jumlah sampel dengan menggunakan rumus slovin yaitu 60 orang. Terdapat 4 titik yang akan dijadikan sampel objek penelitian. Titik 1 berada di pos pemberangkatan bus/armada, titik 2 berada di pintu masuk terminal, titik 3 berada di pintu keluar terminal berdekatan dengan emplasment jalur *busway* Pulogadung dan titik 4 berada di antara jalur pool satu dan dua.

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan cara pengukuran konsentrasi SO_2 di 4 titik Terminal Bus Pulogadung, wawancara, penimbangan berat badan, observasi dan dokumentasi. Analisis data menggunakan Analisis univariat yaitu analisis deskriptif dengan pembuatan tabel dan distribusi frekuensi serta analisis data dengan

menggunakan analisis risiko kesehatan lingkungan, yaitu terdiri dari identifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis pemajanan dan karakteristik risiko.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden

Tabel 1 Karakteristik Pedagang Kaki Lima di Terminal Bus Pulogadung

No	Karakteristik Responden Terbesar	Jumlah (Orang)	Presentase (%)
1	Umur >34 tahun	48	80,0
2	Pendidikan SD	20	33,0
3	Penggunaan APD (masker)	60	100
4	Merokok (10-20 batang/hari)	18	30,0

Rata-rata umur responden yaitu berumur 43 tahun, dan berdasarkan Depkes tahun 2009 pada umur 43 tahun termasuk dalam kategori umur dewasa akhir. Umur dapat berpengaruh terhadap toksisitas karena pada usia lanjut (>45 tahun) terjadi penurunan fungsi organ tubuh sehingga mempengaruhi metabolisme dan penurunan kerja otot.¹³

Jenis kelamin yang menjadi responden dalam penelitian ini yaitu hanya laki-laki. Kapasitas paru yang dimiliki laki-laki berbeda dengan perempuan. Kapasitas paru yang tidak normal lebih banyak dialami oleh laki-laki karena aktivitas laki-laki lebih banyak melakukan di luar rumah dan sering terpapar oleh *risk agent* di lingkungan kerja

dibandingkan dengan perempuan yang lebih banyak melakukan aktivitas di dalam ruangan.¹⁴

Perilaku merokok dari 60 responden menunjukkan bahwa sebagian besar PKL memiliki kebiasaan merokok yaitu tergolong perokok sedang yang menghabiskan sekitar 10-20 batang per harinya. Asap rokok yang dihasilkan dapat mempengaruhi sistem eskalator mukosiliar, yang dapat mempermudah sampainya debu ke saluran napas bawah sehingga dapat memperparah keadaan.¹⁵

Seluruh responden tidak menggunakan APD yaitu masker pada saat bekerja. Masker berguna untuk mereduksi jumlah partikel yang kemungkinan dapat terhirup dan melindungi masuknya polutan udara atau partikel-partikel yang lebih besar ke dalam saluran pernafasan.¹⁶

A. Identifikasi Bahaya

SO₂ mempunyai karakteristik bau yang tajam, tidak berwarna dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Gas SO₂ masuk ke dalam tubuh manusia dapat melalui hidung dan mulut dengan cara bernapas dalam. Berhubung dengan kelarutan gas SO₂ cukup tinggi, maka dapat dengan cepat menyebabkan iritasi bronchus, bronchiole dan alveoli sehingga produksi selaput dan lendir (mucosa) meningkat. Hal ini akan menyebabkan resistensi saluran udara pernafasan meningkat dan akan

menyebabkan konstriksi bronchus.¹⁷

B. Analisis Dosis-Respon

Nilai *RfC* yang digunakan untuk *risk agent* SO₂ adalah 0,026 mg/kg/hr yang diperoleh berdasarkan ketentuan dari EPA/NAAQS 1990.¹⁸

C. Analisis Pemajanan

1) Konsentrasi Sulfur dioksida (SO₂)

Pengukuran konsentrasi SO₂ tertinggi terdapat pada titik 3 yaitu di dekat jalur *busway* yaitu sebesar 164,41 µg/m³ dan terendah pada titik 2 yaitu bertempat di pintu masuk yaitu sebesar 101,72 µg/m³ dan untuk rata-rata konsentrasi SO₂ di Terminal Bus Pulogadung sebesar 133,78 µg/m³ / 0,134 mg/m³ / 0,05 ppm. Konsentrasi tersebut masih di bawah mutu yang ditetapkan yaitu berdasarkan SK Gubernur Nomor 551 Tahun 2001 baku mutu untuk Sulfur dioksida (SO₂) adalah 900 µg/m³ / 1 jam pengukuran.

Mobilitas kendaraan di Terminal Bus Pulogadung seperti bus, busway, dan angkutan umum lainnya cukup padat yang mengakibatkan pada siang hari kadar SO₂ di Terminal Bus Pulogadung meningkat. Penggunaan bahan bakar yang mengandung kadar sulfur yang tinggi juga dapat mempengaruhi kadar SO₂ di udara, seperti penggunaan bahan bakar fosil kendaraan.

Pengukuran konsentrasi SO₂ di Terminal Bus Pulogadung masih dibawah baku mutu yang telah

ditetapkan, hal tersebut dapat dikarenakan pada saat pengukuran di beberapa titik lokasinya dekat dengan bangunan, sebab alat yang digunakan untuk pengukuran SO₂ dibutuhkan aliran listrik. Berdasarkan Kemenlh tahun 2007, adanya dorongan angin, polutan akan terdispersi (tersebar) mengikuti arah angin tersebut. Sebagian polutan dalam perjalanannya dapat terdeposisi (*deposited*) atau mengendap ke permukaan tanah, air, bangunan, dan tanaman. Sebagian lainnya akan tetap tersuspensi (*suspended*) di udara. Seluruh kejadian tersebut akan mempengaruhi konsentrasi polutan-polutan di udara ambien atau dengan kata lain, mengubah kualitas udara ambien.¹⁹

Konsentrasi polutan udara dipengaruhi oleh faktor meteorologi yaitu diantaranya suhu, kelembaban, tekanan udara serta arah dan kecepatan angin.²⁰ Faktor meteorologi pada tiap-tiap titik menghasilkan besar suhu, kelembaban dan tekanan yang berbeda-beda. Rata-rata suhu di Terminal Bus Pulogadung yaitu 33,25°C, kelembaban 51,5% dan tekanan 757,9 mmHg.

2) Karakteristik Antropometri

Hasil penimbangan menunjukkan rata-rata berat badan pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung yaitu 58,32 kg. Berat badan terbesar pada responden yaitu 105 kg dan terendah 35

kg serta standar deviasi 13,137. Semakin kecil berat badan individu maka akan semakin besar dosis internal yang diterima.²¹ Hal ini disebabkan karena seseorang dengan berat badan yang lebih besar akan memiliki kandungan nutrisi yang lebih banyak dibandingkan dengan seseorang yang lebih kecil sehingga akan memiliki risiko yang lebih kecil.²² Nilai laju inhalasi untuk menghitung asupan digunakan berdasarkan US-EPA dengan *default* untuk orang dewasa adalah 0,83 m³/jam.¹⁸

3) Pola Aktivitas

Rata-rata lama bekerja dari responden yaitu 13 jam dalam sehari dengan lama bekerja tertinggi adalah 24 jam dan terendah 5 jam. Rata-rata frekuensi pajanan dalam setahun yaitu 329 hari dengan frekuensi tertinggi adalah 365 hari dan terendah 255 hari. Rata-rata durasi pajanan responden yang telah bekerja sebagai pedagang kaki lima di terminal Pulogadung yaitu 15 tahun dengan durasi tertinggi yaitu 38 tahun dan terendah 2 tahun.

Waktu, frekuensi dan durasi pajanan sangat berpengaruh terhadap nilai asupan. Semakin lama bekerja di lingkungan yang mengandung gas polutan semakin besar pula asupan gas yang terhirup dan masuk ke dalam tubuh pekerja.²¹

4) Perhitungan Asupan

Hasil analisa univariat rata-rata asupan *real time* sebesar 0,0146 mg/kg/hari dan asupan *life time* sebesar 0,0241 mg/kg/hari. Nilai maksimum asupan *real time* yang diperoleh yaitu 0,0595 dan nilai minimum sebesar 0,0006 sedangkan nilai maksimum asupan *life time* yang diperoleh yaitu 0,0595 dan nilai minimum sebesar 0,0073.

Nilai asupan menunjukkan dosis aktual SO₂ yang diterima oleh responden setiap hari per kilogram berat badannya. Hasil perhitungan asupan menunjukkan bahwa nilai asupan semakin besar seiring dengan semakin besarnya konsentrasi SO₂. Besarnya nilai asupan berbanding lurus dengan nilai konsentrasi bahan kimia, laju asupan, waktu pajanan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan, yang artinya semakin besar nilai tersebut maka akan semakin besar pula nilai asupannya. Sedangkan nilai asupan berbanding terbalik dengan berat badan dan periode waktu rata-rata, yang artinya semakin besar nilai tersebut maka akan semakin kecil nilai asupan (risiko kesehatan). Faktor yang mempengaruhi jumlah asupan yang masuk ke dalam tubuh yaitu diantaranya yaitu umur, jenis kelamin, kebiasaan merokok dan penggunaan masker.

D. Karakteristik Risiko

Hasil perhitungan risiko paparan sulfur dioksida pada pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur menunjukkan bahwa responden pada pajanan *real time* sebanyak 13 orang (21,67%) berisiko akibat paparan SO₂ dan 47 orang (78,33%) tidak berisiko paparan SO₂ di Terminal Bus Pulogadung. Sedangkan pada pajanan *lifel time* sebanyak 19 orang (31,67%) berisiko akibat paparan SO₂ dan sebanyak 41 orang (68,33%) tidak berisiko paparan SO₂ di Terminal Bus Pulogadung.

Hasil survei pendahuluan yang telah dilakukan, sebagian besar pedagang kaki lima sering merasakan batuk-batuk, sesak nafas serta menimbulkan iritasi mata. Pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung yang berisiko kesehatan non karsinogenik paparan gas SO₂ menunjukkan bahwa mereka bekerja 7 hari dalam seminggu tanpa memperhatikan hari libur dan berisiko tinggi terjadinya keracunan gas SO₂ yang dikarenakan akibat paparan gas SO₂ yang secara terus-menerus terjadi pada PKL. Dampak yang ditimbulkan akibat paparan gas SO₂ yaitu memberikan efek negatif pada sistem pernapasan dan fungsi paru-paru.

Pada perkiraan risiko kesehatan non karsinogenik pada tahun selanjutnya, dibuat tingkat risiko pada 15 tahun, 20 tahun dan 25 tahun ke depan yang didapatkan hasil bahwa pada 25 tahun yang akan datang akan berisiko kesehatan non karsinogenik paparan gas SO₂ pada pedagang kaki lima di

Terminal Bus Pulogadung dengan RQ sebesar 1,0470.

KESIMPULAN

- 1) Konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur rata-rata sebesar 133,78 µg/m³ dengan konsentrasi maksimum 164,41 µg/m³ dan minimum 101,72 µg/m³. Konsentrasi tersebut masih di bawah baku mutu yang telah ditetapkan.
- 2) Karakteristik antropometri dan pola aktivitas pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur yaitu dengan rata-rata berat badan 58 kg, waktu pajanan 13 jam/hari, frekuensi pajanan 329 hari/tahun dan durasi pajanan 15 tahun.
- 3) Rata-rata asupan SO₂ pada seluruh responden yaitu asupan *realtime* 0,01461 mg/kg/hari dengan standar deviasi 0,6292 dan asupan *lifetime* 0,02412 mg/kg/hari dengan standar deviasi 0,4881.
- 4) Karakteristik risiko pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur menunjukkan bahwa sebanyak 13 orang (21,67%) pajanan *real time* dan 19 orang (31,67%) pada pajanan *life time* berisiko akibat paparan SO₂.
- 5) Pedagang kaki lima di Terminal Bus Pulogadung memiliki kategori aman atau belum berisiko kesehatan non karsinogenik oleh paparan SO₂.

SARAN

1. Bagi Dinas Perhubungan Jakarta Timur
Memantau kondisi setiap kendaraan yang beroperasi dan

- merawat mesin kendaraan bermotor agar tetap baik.
2. Badan Kesehatan Lingkungan DKI Jakarta

Melakukan pemantauan dan pengukuran kualitas udara secara rutin di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur.
 3. Bagi Pedagang di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur

Dapat mengurangi aktivitas di kawasan terminal dengan mencari tempat untuk PKL beristirahat yang tidak berdekatan dengan sumber polutan udara dan aman.
 4. Bagi Penelitian Selanjutnya

Bagi peneliti lain yang ingin melakukan studi ARKL di Terminal Bus Pulogadung Jakarta diharapkan :

 1. Dapat menganalisis hubungan antara hasil ARKL dengan gangguan pernapasan populasi berisiko di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur.
 2. Penelitian pengukuran udara yang dilakukan lebih dari 1 hari untuk lebih menggambarkan kualitas udara di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur.
- DAFTAR PUSTAKA**
1. Soedomo. *Pencemaran Udara*. Bandung: Penerbit ITB, 2001.
 2. Hasan W. *Pencegahan Keracunan Timbal Kronis Pada Pekerja Dewasa Dengan Suplemen Kalsium*. Makara Kesehatan Vol.16 No.1. Universitas Sumatera Utara, 2012.
 3. World Health Organization (WHO). *Health Effects of Transport-Related Air Pollution*. Copenhagen: WHO Library Cataloguing in Publication Data, 2005.
 4. World Health Organization (WHO). *National burden of disease due to indoor air pollution, 2014, (online)* (<http://www.who.int/indoorair/publications/nationalburden/en/>, diakses 03 Maret 2016).
 5. Nukman A, Rahman A, Warouw S, Ichsan M, Setiadi, Akib CR. *Analisis dan Manajemen Risiko Kesehatan Pencemaran Udara: Studi Kasus di Sembilan Kota Besar Padat Transportasi*. Subdit Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, Jakarta, Ditjen P2M & PL Depkes RI, 2005.
 6. Wardhana WA. *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
 7. Pemerintah Daerah DKI Jakarta. *Surat Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta No 551/2001 tentang Standar Baku Mutu Udara Bebas DKI Jakarta*. 2001.
 8. Depkes. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya bagi Kesehatan, 1994,(online)*, (<http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF>, diakses 28 Februari 2016).
 9. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta, (online)*, (<http://www.bplhd.jakarta.go.id/>, diakses 27 Februari 2016).
 10. Depkes RI. *Rencana Pembangunan Kesehatan Menuju Indonesia Sehat 2010, Jakarta, 1999, (online)* (www.depkes.go.id, diakses 27 Februari 2016).

11. DITJEN PPPM Dan PL Departemen Kesehatan R.I. Jakarta. *Parameter Pencemaran Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*, 1999, (online) (<http://perpustakaan.depkes.go.id>, diakses 4 Maret 2016).
12. Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal PP dan PL: *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. 2012, (online) (<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/8599/2006aru.pdf>, diakses 23 Maret 2016).
13. Azizah. *Keperawatan Lanjut Usia*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
14. Umar PR. *Faktor-faktor yang mempengaruhi Kapasitas Paru Peternak Ayam*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo, 2013, (online), (<http://kim.ung.ac.id/index.php/KIMFIKK/article/download/2701/2677>, diakses tanggal 13 Juni 2016).
15. Elizabeth J. *Buku Saku Patofisiologi*. Jakarta: EGC, 2000.
16. Carlisle DL, Pritchard DE, Singh J, Owens BM, Blankenship LJ, Orenstein JM, et al. *Apoptosis and P53 Induction In Human Lung Fibroblasts Exposed to Chromium(VI) : Effect of Ascorbate and Tocopherol*. Washington DC: Toxicological Sciences, 2000, (online), (<http://toxsci.oxfordjournals.org/content/55/1/60.full>, diakses pada 19 Juni 2016).
17. Mukono HJ. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya: Airlangga University Press, 2010.
18. US.EPA. Comments on the Use of Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl in Unleaded Gasoline, New York, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, 1990.
19. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. *Rencana Aksi Nasional dalam Menghadapi Perubahan Iklim*, 2007, (online), (<http://www.menlh.go.id/>, diakses 01 April 2016).
20. Fardiaz S. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
21. Rahman A. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. Depok: Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri FKM UI, 2005.
22. Rantetampung AL. *Modifikasi Model Honai Untuk Menurunkan Paparan SO₂ dan NO₂ Di Wamena, Papua*. Makassar: Ilmu Kedokteran Unhas, 2013, (online), (repository.unhas.ac.id:4001/digilib/files/disk1/13/--alrantetam-633-1-13-a.l.-4.pdf, diakses tanggal 13 April 2016).