

ANALISIS PERBEDAAN KAPASITAS FUNGSI PARU PADA PEDANGANG KAKI LIMA BERDASARKAN KADAR DEBU TATAL DI JALAN NASIONAL KOTA SEMARANG

Nurjazuli¹, Onny Setiani², Elanda Fikri³

^{1,2,3} Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

Eamil : nurjzl_fkmundip@yahoo.co.id

ABSTRACT

Background : Semarang city as the province and industry city have high mobility, which the amount of vehicle increases at rate of 5 to 9 % per year. Vehicles increases in Semarang city have potency for air pollution so that it would have effect to our health. Air pollution occurred caused by transportation would affect lung function suffered by worker around the street, such as cloister merchant. This research aimed to identify difference of lung function capacity on cloister merchant based on total ambient dust level in Semarang City National Street.

Methods: This research was an observational research using a cross sectional approach. Analysis unit of this research were 3 National Street in Semarang City (Kaligawe Street, Siliwangi Street, and Perintis Kemerdekaan Street) also 63 cloisters merchant were taken in purposive sampling.

Result : Dust concentration data obtained by direct measurement to three Semarang City National Streets (Kaligawe Street= 624,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Siliwangi Street= 533 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Perintis Kemerdekaan Street= 377,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). While, lung function data obtained with examine the lung function of cloister merchant using spirometri (μ %KVP=92,75, SD %KVP=16,861 dan μ %VEP₁=99,27, SD %VEP₁=19,345) and other data obtained by interview. Data analysis performed using one-way Anova ($\alpha=0,05$).

The statistic result by one-way Anova performed following result: there was no significant difference of prediction value of %KVP ($df=62$; $p=0,110$) and prediction value of %VEP₁ ($df=62$; $p=0,829$) on cloisters merchant based on total ambient dust level in three Semarang City National Street.

Conclusions: Nutrient status, examination habit, homogeneity of respondent, also respondent disease track record may become potential factor in reinforcing pulmonary function disorders. Conclusion there are no statistical difference of respondent's lung capacity, even though total ambient dust concentration in three Semarang city national street are different.

Keywords : Lung function capacity, dust, cloister merchant

PENDAHULUAN

Kota Semarang sebagai kota propinsi dan kota industri tentunya mempunyai mobilitas yang tinggi, di mana angka peningkatan jumlah kendaraan bermotor rata-rata per tahun mencapai 5 – 9 %, ⁽¹⁾ keadaan ini menjadikan beban jalan-jalan di perkotaan mengalami kemacetan akibat pemakaian jalan dengan waktu yang bersamaan, hal ini sangat berkaitan erat dengan penelitian yang dilakukan oleh Dinas Perhubungan Kota Semarang (DISHUB) pada tahun 2009 yang menunjukkan diantara 6 jalan Nasional Kota Semarang bahwa Jalan Siliwangi dan Jalan Kaligawe menduduki kemacetan tertinggi dengan nilai *Level Of Service (LOS)* 0,75(D) dan 0,95(E) yang menggambarkan arus mendekati tidak stabil, kecepatan mulai terganggu oleh kondisi jalan dan terjadi kemacetan lalu lintas. Tidak hanya itu, Kota Semarang juga mempunyai daya tarik bagi tenaga kerja yang berakibat pada peningkatan aktifitas dan kepadatan penduduk, sehingga menuntut pelayanan jasa angkutan yang memadai bagi masyarakat. Dengan kepadatan penduduk 1,5 juta jiwa tentunya membutuhkan sarana transportasi sebagai penunjang aktivitas kehidupan. Sarana transportasi tersebut mengalami peningkatan kuantitas dari tahun ke tahun. Artinya Semakin banyak jumlah kendaraan bermotor yang digunakan per satuan waktu pada wilayah tertentu, maka semakin tinggi pencemaran udara sebagai emisi gas buang ke udara. ⁽²⁾

Menurut Harssema (1998), pencemaran udara diawali oleh adanya emisi. Emisi merupakan jumlah polutan (pencemar) yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu. Emisi dapat disebabkan

oleh proses alam maupun kegiatan manusia. Emisi yang disebabkan oleh proses alam disebut *biogenic emissions*, sebagai contoh gas methane (CH₄) yang terjadi sebagai akibat dekomposisi bahan organik oleh bakteri pengurai. Emisi yang disebabkan kegiatan manusia disebut *anthropogenic emission*. Contoh emisi udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia adalah salah satunya hasil pembakaran bahan bakar fosil (bensin dan solar).⁽³⁾

Dengan adanya emisi udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia tersebut, tentunya akan berakibat pada pencemaran udara. Salah satu jenis pencemar udara yang paling sering ditemukan adalah Partikel, yaitu suatu pencemar udara yang dapat bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar yang berbentuk padatan. Menurut Wardhana (1995), dalam kaitannya dengan masalah pencemaran lingkungan udara, maka partikel dapat berupa keadaan *dust/debu*, yaitu suatu pencemar udara berbentuk aerosol yang berupa butiran padat yang terhambur dan melayang di udara karena adanya hembusan angin. Keberadaan cemaran udara (debu) tersebut dalam atmosfer dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia yang terpapar.⁽³⁾

Di seluruh dunia, polusi udara terkait Partikulat Meter (PM) menyebabkan kematian penyakit kardiopulmonal (3%), kanker bronkus, kanker trakea serta kanker paru-paru (5%) dan kematian anak akibat infeksi pernapasan akut (1%). Secara keseluruhan diperkirakan 800.000 orang mengalami kematian dini dan sekitar 6.4 juta orang mengalami kehilangan harapan hidup. Di Indonesia data Susenas tahun 2006 melaporkan bahwa batuk (49.92%) dan pilek (48.93%) merupakan keluhan utama penyakit gangguan saluran pernapasan. Data Depkes melaporkan gambaran pola penyakit terbanyak pada instalasi rawat jalan adalah penyakit infeksi saluran pernapasan bagian atas akut berjumlah 1.117.179 pasien atau 7.05%. Penyebab kejadian ISPA dan penyakit gangguan saluran pernapasan lain adalah kualitas udara di dalam rumah dan di luar rumah yang rendah secara biologis, fisik dan kimia.⁽⁴⁾

Partikulat (debu)/*respirable dust* yang diameternya kurang dari 1-3 mikrometer itu dengan mudah terisap dan masuk berdeposit di *alveoli*. Sehingga dapat menyebabkan gangguan fungsi paru dan fibrosis bila terinhalasi terus menerus. Bila *alveoli* mengeras akibatnya mengurangi elastisitas dalam menampung volume udara, sehingga kemampuan mengikat oksigen menurun.⁽⁵⁻⁶⁾

Gangguan fungsi paru ini dapat di uji dengan menggunakan alat spirometri, nilai yang digunakan untuk mendeteksi gangguan tersebut yaitu ditandai dengan penurunan nilai Kapasitas Vital Paksa (KVP) dan Volume Ekspirasi Paksa Detik Pertama (VEP₁).⁽⁷⁾

Disisi lain, peningkatan konsentrasi pencemar (debu) memberikan pengaruh secara gradasi mulai dari yang ringan sampai yang berat. Adanya pencemaran udara oleh debu dapat mengakibatkan terjadinya gangguan kesehatan, biasanya berupa radang saluran nafas, alergi, nyeri dada/sesak nafas. Terlebih terhadap para kelompok yang memiliki resiko tinggi yaitu yang berada di tepi Jalan Nasional Kota Semarang yang secara umum mereka mempunyai resiko terkena gangguan tersebut. Diantaranya mereka yang memiliki aktivitas relatif tetap di sepanjang jalan tersebut, seperti pedagang kaki lima. Mereka ini merupakan kelompok yang rentan mengalami gangguan karena cemaran udara (debu). Sehingga perlu mendapat perhatian kesehatan parunya. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan mengkaji sejauh mana dampak cemaran udara oleh debu terhadap kapasitas fungsi paru pada pedagang kaki lima di Jalan Nasional Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan disain *cross sectional*. Dalam penelitian ini variabel bebas (faktor resiko) dan variabel terikat (efek) dilakukan pengukuran pada satu saat yang sama (point time approach) sehingga dapat digunakan untuk menentukan hubungan antara faktor resiko dan penyakit.⁽⁸⁾ Populasi dalam penelitian ini adalah orang-orang yang berada di Jalan Nasional Kota Semarang dan melakukan aktivitas relatif permanen terkait dengan pekerjaannya (pedagang kaki lima). Lokasi penelitian terpilih adalah Jalan Kaligawen Jalan Siliwangi, dan Jalan Perintis Kemerdekaan dengan masing-masing jalan lokasi jalan diambil sampel sebanyak 21 orang. Besar sampel ini ditentukan dengan pertimbangan keterbatasan biaya pemeriksaan. Adapun teknik

pengambilan sampel dilakukan dengan *purposive sampling* dengan pertimbangan mereka yang mau berpartisipasi dalam pemeriksaan fungsi paru. Sampel udara di ambil 1 titik pada masing-masing jalan.

Pengukuran fungsi paru dilakukan dengan menggunakan spirometer, pengukuran kadar debu dengan menggunakan alat ukur gravimetric-Hi Vol Air Sampler, pengukuran status gizi (*microtoise* dalam penilaian tinggi badan) dan timbangan badan *portable* (dalam penilaian berat badan), pengukuran kepadatan lalu lintas dengan *hand tally counter*, vegetasi tumbuhan dilakukan dengan pengamatan di lokasi penelitian. Sedangkan data karakteristik responden: umur, masa kerja, kebiasaan merokok, kebiasaan olahraga, kebiasaan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), lama paparan, dan riwayat penyakit paru dilakukan dengan wawancara menggunakan kuesioner terstruktur.

Analisis data penelitian dilakukan secara univariat dan bivariat. Analisis data univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik responden, sedangkan analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui perbedaan kapasitas fungsi paru (nilai prediksi %KVP dan %VEP₁) pada pedagang kaki lima berdasarkan kadar debu total ambien di Jalan Nasional Kota Semarang (Jalan Kaligawe, Jalan Siliwangi, dan Jalan Perintis Kemerdekaan) dengan Analisis of Varians (ANOVA $\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada 3 Jalan Nasional Kota Semarang, dengan sampel sebanyak 63 responden pedagang kaki lima. Responden penelitian terdiri dari 42 orang (66,7 %) laki-laki dan 21 orang (33,3%) perempuan, umur 15-23 tahun (7,9%), 24-32 (22,2%), 33-41 (15,9%), 42-50 (17,5%), 51-59 (33,3%), 60-68 dan 69-77 (1,6%), status gizi kurang (19,1%), normal (49,2%), berlebih (23,8%), masa kerja <5 tahun (34,9%), =5tahun (19,0%), >5tahun (46,0%). Sebagian besar dari mereka (76,2%) mengalami paparan >8jam per hari. Sebanyak 22,2% dari mereka mempunyai riwayat penyakit paru. Jenis penyakit paru yang mereka alami terdiri dari asma (4,6%), paru-paru (3,8%) dan sesak nafas (4,8%). Responden dalam penelitian ini umumnya mempunyai kebiasaan merokok (50,8%). Lima puluh empat persen dari responden juga mempunyai kebiasaan olah raga. Selama berdagang di pinggir jalan, hanya sebagian kecil dari mereka (9,5%) yang menggunakan masker. Kebanyakan responden (60,3%) menyatakan mengalami gangguan pernafasan sebagai akibat cemaran udara dengan keluhan berupa mata terasa pedas, nafas sesak/berat, dan batuk-batuk.

Kepadatan lalu lintas Jalan Kaligawe (6398 unit kendaraan per jam), Jalan Siliwangi (9392 unit kendaraan per jam) dan Jalan Perintis Kemerdekaan (5787 unit kendaraan per jam) yang diukur 1 jam pada jam sibuk. Vegetasi tumbuhan Jalan Kaligawe (SDR=12,420), Jalan Siliwangi (SDR=18,153), Jalan Perintis Kemerdekaan (SDR=13,583) yang dihitung dari pangkal ruas sampai ujung ruas jalan masing-masing. Hasil pengukuran parameter fisik lingkungan seperti terlihat pada tabel 1

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar debu total ambien di Jalan Nasional Kota Semarang

Kondisi cuaca	Satuan	Jalan Kaligawe	Jalan Siliwangi	Jalan Perintis K
Suhu udara	⁰ C	35,1	33,6	36,1
Tekanan udara	mmHg	730	732	730
Kecepatan angin	m/dt	3,1	2,8	2,6
Arah angin dari	-	Timur	Timur	Timur
Kelembaban	%	51	54	50
Debu Total	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	624,7	533	377,2

Pemeriksaan Kadar Debu

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa kondisi cuaca (suhu udara, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, dan kelembaban) di 3 lokasi penelitian memiliki karakteristik yang hampir sama, Jalan Kaligawe memiliki kadar debu yang paling tinggi yaitu sebesar $624,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan kadar debu yang paling kecil terdapat di Jalan Perintis Kemerdekaan sebesar $377,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kadar debu di tiga Jalan Nasional yang berbeda ini dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu vegetasi tumbuhan dan kerapatan pohon, kepadatan lalu lintas yang berbeda, serta kondisi cuaca saat pengambilan sampel debu. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Smith (1976) bahwa kandungan partikel di jalan sangat tergantung pada jarak dari sumber, kepadatan lalu lintas, serta jenis pohon dan kerapatannya.⁽⁹⁾

Vegetasi tumbuhan yang berbeda tentunya cukup mempengaruhi kadar debu yang ada di tiga Jalan Nasional Kota Semarang tersebut. Menurut teori dalam buku "Perhutanan Kota" karangan Chafid Fandeli mengatakan bahwa partikel padat yang tersuspensi pada lapisan biosfer bumi dapat dibersihkan oleh tajuk pohon melalui proses jerapan (*adsorption*) dan serapan (*absorption*). Hal ini disebabkan karena pohon memiliki luas permukaan penyerapan (*adsorption*) dan penyerapan (*absorption*) yang lebih luas dibandingkan dengan tanaman semak/perdu dan penutup tanah. Permukaan batang, cabang dan ranting pohon juga menjadi media penyerap yang cukup efektif. Dengan adanya mekanisme ini, jumlah debu yang melayang-layang di udara akan menurun. Partikel yang melayang-layang di permukaan bumi sebagian akan terjerap (menempel) pada permukaan daun, khususnya daun yang berbulu dan yang mempunyai permukaan yang kasar dan sebagian lagi terserap masuk ke dalam ruang stomata daun. Ada juga partikel yang menempel pada kulit pohon, cabang dan ranting.⁽⁹⁾

Konsentrasi debu dalam suatu lingkungan tergantung pada jumlah pohon. Semakin banyak pohon, maka semakin rendah konsentrasinya. Hal ini disebabkan karena debu terserap dan terjerap secara intensif oleh jumlah pohon yang banyak. Konsentrasi debu di bawah tajuk pohon lebih rendah daripada konsentrasi debu di luar tajuk pohon pada lingkungan yang jumlah pohonnya banyak. Sebaliknya konsentrasi debu tertinggi pada lingkungan dengan sedikit pohon terdapat di tempat pohon tersebut berada.⁽⁹⁾

Dalam penelitian di tiga Jalan Nasional Kota Semarang ini, bahwa kadar debu tertinggi terdapat di Jalan Kaligawe dengan kadar $624,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini di pengaruhi dari frekuensi (vegetasi) pohon yang berada di jalan Kaligawe hanya mencapai total 121 pohon dengan nilai *Summed Dominance Rasio* (SDR) 12,42 (3 pohon setiap 100 m jalan), sedangkan untuk jalan Siliwangi lebih tinggi dibandingkan dengan jalan Kaligawe dan Perintis Kemerdekaan, dengan total frekuensi pohon mencapai 707 pohon dengan nilai *Summed Dominance Rasio* (SDR) 18,153 (14 pohon setiap 100 m jalan), dilihat dari lebar kanopi pohon juga lebih rendah di Jalan Kaligawe, dibandingkan pohon yang ada di Jalan Siliwangi maupun Jalan Perintis Kemerdekaan, hal ini karena jarak antara Jalan Kaligawe dengan garis pantai tidak terlalu jauh dibandingkan jarak antara Jalan Siliwangi maupun Jalan Perintis Kemerdekaan ke garis pantai, sehingga kondisi air yang terdapat di sekitar Jalan Kaligawe lebih payau. Kondisi air payau ini kurang sesuai untuk jenis pohon Angsana dan Mahoni. Hal ini menyebabkan Nilai SDR Jalan Kaligawe lebih rendah dibandingkan Jalan Siliwangi maupun Jalan Perintis Kemerdekaan, artinya kerapatan pohon dan dominasi pohon di Jalan Kaligawe lebih rendah dibandingkan Jalan Siliwangi maupun Jalan Perintis Kemerdekaan. Untuk itu di Jalan Kaligawe sebaiknya dipilih tanaman yang mampu hidup dengan kondisi air payau diantaranya adalah *Barringtonia asiatica*. Hal inilah yang membedakan kadar debu di Jalan Kaligawe lebih tinggi dibandingkan dengan Jalan Siliwangi maupun Perintis Kemerdekaan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chafid Fandeli (1994), yang melakukan penelitian kadar debu pada jarak ± 5 m dari batas kanopi terluar sesuai arah angin, mendapati rata-rata kadar debu pada jalur hijau dengan banyak pohon sebesar $0,198 \text{ mg}/\text{m}^2$ sedangkan kadar debu pada daerah sedikit pohon sebesar $0,169 \text{ mg}/\text{m}^2$. Terdapat perbedaan rata-rata kadar debu antara jalur hijau yang sedikit pohon dan jalur hijau yang banyak pohon. Dapat disimpulkan bahwa rata-rata kadar debu di jalur hijau dengan sedikit pohon lebih tinggi dibandingkan dengan jalur hijau yang banyak pohon.⁽⁹⁾

Beberapa jenis pohon yang mempunyai kemampuan tinggi menyerap polutan pada kulit batangnya adalah Angsana, Bungur, Cemara dan Glodogan, karena keempat pohon tersebut mempunyai kulit batang kasar. Menurut penelitian Wargasasmita et al (1991) dan Irwan (1997:125) didapatkan hasil, pohon Angsana mampu menyerap polutan mencapai $843,50 (\mu\text{g}/\text{mg})$ dibandingkan

kontrolnya yang hanya mampu menyerap polutan 0,2 ($\mu\text{g}/\text{mg}$). Hal inilah yang merupakan salah satu penyebab tingginya kadar debu di Jalan Kaligawe yang memang mempunyai perbedaan kadar debu dengan Jalan Siliwangi dan Perintis Kemerdekaan. Hal yang mendasarinya adalah karena di jalan Siliwangi dan Perintis Kemerdekaan sebagian besar di dominasi oleh pohon Angsana dengan persentase (45,27%) di Jalan Siliwangi, dan (48,79%) di Jalan Perintis Kemerdekaan, dan hanya (5,95%) untuk Jalan Kaligawe, yang dalam hal ini pohon Angsana merupakan salah satu pohon terbaik dalam menyerap polutan.⁽⁹⁾

Hal lain yang perlu dibahas adalah kadar debu di Jalan Siliwangi lebih tinggi ($533 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dibandingkan dengan jalan perintis kemerdekaan yang hanya ($377,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) padahal di jalan siliwangi frekuensi jumlah pohon penyerap polutan lebih banyak dibandingkan dengan perintis kemerdekaan, setelah dianalisa ternyata kadar debu yang cukup tinggi di Jalan Siliwangi disebabkan karena tingkat kepadatan lalu lintas di Jalan Siliwangi lebih tinggi dibandingkan dengan Jalan Perintis Kemerdekaan. Jumlah kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat yang melewati Jalan Siliwangi yang dihitung selama satu jam pada jam-jam sibuk adalah sebanyak 9392 unit kendaraan, jumlah ini lebih banyak dibandingkan dengan Jalan Kaligawe dan Jalan Perintis Kemerdekaan yang hanya 6398 unit kendaraan untuk Jalan Kaligawe dan 5787 unit kendaraan untuk Jalan Perintis Kemerdekaan.

Dengan kepadatan unit kendaraan yang sangat tinggi menganalogikan bahwa kadar debu di jalan tersebut juga tinggi, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Melati Indri Hapsari (2006), bahwa tingginya kadar debu di sekitar pos penjagaan polisi Semarang Timur lebih tinggi ketika terjadi kemacetan lalu lintas dibandingkan dengan kadar debu dalam keadaan lalu lintas lancar tanpa kemacetan. Selain debu yang dihasilkan secara alami, juga berasal dari sisa pembakaran kendaraan bermotor, terutama yang berbahan bakar solar.⁽¹⁾ Keadaan ini diperburuk oleh makin meningkatnya jumlah kendaraan setiap tahunnya sedangkan jalan yang dilalui kapasitasnya belum ditingkatkan sehingga sering menyebabkan kemacetan dan berimplikasi pada tingginya kadar debu di Jalan Siliwangi tersebut. Sebagai catatan, ini adalah salah satu hal yang membedakan kadar debu antara Jalan Siliwangi dan Jalan Perintis Kemerdekaan, untuk Jalan Kaligawe memang mempunyai kadar debu yang paling tinggi dibandingkan dengan Jalan Siliwangi dan Jalan Perintis Kemerdekaan, hal ini disebabkan selain karena faktor jumlah vegetasi tumbuhan yang kurang, juga ditambah dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup ramai. Salah satu hal yang cukup berpengaruh juga terhadap adanya perbedaan kadar debu di tiga Jalan Nasional Kota Semarang adalah keadaan cuaca, seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin di lokasi penelitian.⁽¹⁰⁾

Dari tabel 1 diketahui bahwa selisih rata-rata suhu di Jalan Kaligawe sebesar $35,1^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi $1,5^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan Jalan Siliwangi yaitu $33,6^{\circ}\text{C}$, dan lebih rendah 1°C dibandingkan Jalan Perintis Kemerdekaan, dengan keadaan suhu seperti ini tentunya berpengaruh terhadap kadar debu di Jalan Nasional Kota Semarang. Suhu yang tinggi menjadikan kondisi permukaan tanah menjadi kering, sehingga kadar debu di jalan tersebut akan lebih tinggi dibandingkan dengan jalan lainnya. Kondisi seperti ini bisa saja dapat terjadi karena tidak adanya vegetasi yang menghalangi jatuhnya sinar matahari langsung ke permukaan tanah. Sehingga apabila hal ini terjadi akan berimplikasi pada kadar debu yang tinggi di Jalan Nasional Kota Semarang ini, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pria Kartikasari (1998) bahwa ada perbedaan kadar debu di udara lalu lintas jalur utama Kotamadya Semarang dengan rata-rata suhu Jalan Teuku Umar dan Jalan Majapahit dengan nilai regresi $-0,9628$ ($p\text{-value} > 0,05$).⁽¹¹⁾ Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi suhu udara, maka potensi debu untuk berada di udara semakin besar pula. Sebaliknya suhu yang rendah akan menjadi faktor yang memperbesar berat molekul debu, sehingga debu lebih mudah terjadi pengendapan.⁽¹²⁾

Keadaan suhu yang tinggi, tentunya akan berkaitan dengan keadaan kelembaban di jalan nasional tersebut. Tingkatan suhu yang tinggi menjadikan keadaan kelembaban menjadi berkurang, keadaan kelembaban di Jalan Kaligawe sebesar 51% lebih rendah 3% dibandingkan Jalan Siliwangi yaitu 54%, dan lebih tinggi 1% dibandingkan Jalan Perintis Kemerdekaan. Dua parameter ini merupakan salah satu yang membedakan keadaan kadar debu di Jalan Nasional Kota Semarang (Jalan Kaligawe, Jalan Siliwangi dan Jalan Perintis Kemerdekaan). hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pria Kartikasari (1998) bahwa ada perbedaan kadar debu di udara lalu lintas jalur utama

kotamadya Semarang dengan rata-rata kelembaban Jalan Teuku Umar dan Jalan Majapahit dengan nilai regresi $-0,9987$ ($p\text{-value} < 0,05$).⁽¹¹⁾

Pengaruh kelembaban terhadap debu dapat terjadi karena debu memiliki kemampuan absorpsi uap air yang ada di sekitarnya sehingga berat molekulnya bertambah dan memperkecil kemungkinan dispersi. Dengan demikian, semakin tingginya kelembaban, maka semakin besar pula potensi debu untuk mengalami penggumpalan sehingga memungkinkan untuk terjadi pengendapan dan akan turun ke tanah dengan pengaruh gravitasi.⁽¹²⁾

Suhu dan kelembaban merupakan salah satu parameter dalam membedakan keadaan kadar debu di tiga Jalan Nasional tersebut. Keadaan suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah menjadikan kadar debu yang ada di Jalan Nasional tersebut tinggi, salah satu hal yang cukup menarik dan juga berperan dalam menentukan kadar debu di udara adalah kecepatan angin.

Data pada tabel 1 diketahui bahwa kecepatan angin di Jalan Kaligawe lebih tinggi dibandingkan jalan lainnya, kecepatan angin di Jalan Kaligawe sebesar $3,1$ m/dt lebih tinggi $0,3$ m/dt dibandingkan Jalan Siliwangi yang hanya $2,8$ m/dt dan lebih tinggi $0,5$ m/dt dibandingkan Jalan Perintis Kemerdekaan. Kecepatan angin akan mempengaruhi jarak penyebaran partikel debu atau pencemar yang disebarkan kesekitarnya. Selanjutnya pencemaran debu yang terjadi pada lingkungan kerja yang berdebu akan berbanding terbalik dengan kecepatan angin. Hal ini jika kecepatan angin pada sumbernya berlipat dua kali sedangkan debu yang tersebar tetap, maka konsentrasi debu di udara akan menjadi setengahnya. Ini berarti bila kecepatan angin besar akan memperbesar dispersi debu di udara sehingga waktu peredaran debu di sekitar hidung menjadi lebih kecil. Sebaliknya jika kecepatan angin berkurang setengahnya, sedangkan konsentrasi debu tetap atau konstan, maka konsentrasi debu di udara menjadi dua kali.⁽¹²⁾

Kecepatan angin yang tinggi menjadikan debu-debu yang bersifat SPM (*Suspended Partikulate Matter*) atau partikel debu melayang akan tetap berada di udara dalam waktu yang relatif lama. SPM (*Suspended Partikulate Matter*) merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang terbesar di udara dengan diameter yang sangat kecil, mulai dari < 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. Partikulat debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara dan dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan.⁽¹³⁾

Inhalasi merupakan satu-satunya rute pajanan yang menjadi perhatian dalam hubungannya dengan dampak terhadap kesehatan. Pengaruh partikulat debu bentuk padat maupun cair yang berada di udara sangat tergantung kepada ukurannya. Ukuran partikulat debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara $0,1$ mikron sampai dengan 10 mikron. Pada umumnya ukuran partikulat debu sekitar $1-3$ mikron merupakan partikulat udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli. Keadaan ini bukan berarti bahwa ukuran partikulat yang lebih besar dari 3 mikron tidak berbahaya, karena partikulat yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernafasan bagian tengah dan atas, serta dapat menyebabkan iritasi.⁽¹³⁾ Sehingga, parameter-parameter vegetasi tumbuhan, kepadatan lalu lintas, kondisi cuaca (suhu dan kelembaban) mempengaruhi kondisi kadar debu di udara Jalan Nasional Kota Semarang (Jalan Kaligawe, Jalan Siliwangi dan Jalan Perintis Kemerdekaan). Hal ini dapat dilihat dari hasil pemeriksaan kadar debu di udara, bahwa data di Jalan Kaligawe mempunyai kadar debu yang paling tinggi dibandingkan dengan Jalan Siliwangi dan Perintis Kemerdekaan, karena dipengaruhi oleh suhu yang tinggi, kelembaban yang rendah, dan vegetasi tumbuhan yang kurang serta kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi dibandingkan dengan Jalan Siliwangi dan Jalan Perintis Kemerdekaan, adapun parameter kecepatan angin cukup berpengaruh terhadap kecepatan partikel debu untuk masuk/terinhalasi ke saluran napas, sehingga kondisi semacam ini cukup berkorelasi antara tingginya kadar debu dengan banyaknya responden yang mengalami gangguan fungsi paru (restriksi, obstruksi ataupun mixed) di Jalan Kaligawe.

Pemeriksaan Kapasitas Fungsi Paru

Hasil pemeriksaan kapasitas fungsi paru dengan spirometer bahwa $\mu\%KV=93,35$ dengan $SD=17,947$, $\mu\%KVP=92,75$ dengan $SD=16,861$, dan $\mu\%VEP_1=99,27$ dengan $SD=19,345$, dan

<http://jurnal.unimus.ac.id>

didapatkan hasil normal (77,8%), mengalami kelainan fungsi paru (22,2%), dengan kategori normal (77,8%), restriksi ringan (9,5%), obstruksi ringan (3,2%) dan gabungan keduanya (9,5%).

Analisis bivariat untuk mengetahui perbedaan kapasitas fungsi paru (nilai prediksi %KVP dan %VEP₁) berdasarkan kadar debu total ambien di Jalan Nasional Kota Semarang, uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan bermakna dengan p-value 0,110 untuk %KVP dan p-value 0,829 untuk VEP₁.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fordiastiko (2002) bahwa tidak terdapat kelainan faal paru yang berbeda secara bermakna antara kelompok pekerja pabrik semen yang berbeda di lingkungan dengan kadar debu di atas NAB dengan yang dibawah NAB (p -value = 0,509). Tetapi hasil penelitian ini, tidak sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Wigati (2003) bahwa ada hubungan yang signifikan antara kadar debu dengan penurunan fungsi paru (VC, FVC dan FEV₁) pada pekerja dan pembuat kasar (p -value = 0,0001) dan penelitian lain pun yang dilakukan oleh Melati Indri Hapsari (2008) mengatakan hal yang sama bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar debu terhirup terhadap Volume Ekspirasi Detik Pertama (VEP₁) pada polisi lalu lintas di kesatuan lalu lintas Polres Semarang Timur (p -value = 0,0001).⁽¹⁾

Kelainan faal paru sangat dipengaruhi oleh kadar debu terhirup (*respirable dust*) yaitu kadar debu yang ikut terserap sampai ke alveoli. Pada penelitian ini pemeriksaan kadar debu yang dilakukan adalah pemeriksaan kadar debu debu total, sehingga hasilnya tidak dapat digunakan untuk analisis kausalitas. Sebaiknya untuk penelitian seperti ini dilakukan pemeriksaan kadar debu secara lengkap yaitu debu total dan debu respirable serta diperiksa untuk semua responden (pedagang kaki lima di Jalan Kaligawe, Jalan Siliwangi dan Jalan Perintis Kemerdekaan). Pengukuran debu dengan alat *Personal Dust Sampler* (PDS) merupakan pengukuran yang paling baik karena menggambarkan tingkat pajanan debu tiap responden debu yang diteliti.⁽¹⁾

Faktor lain yang dikaitkan dalam penelitian ini adalah status gizi dan kebiasaan olahraga responden. Berdasarkan penentuan status gizi dengan perhitungan menggunakan Indeks Masa Tubuh (IMT) terlihat bahwa rata-rata responden (63 pedagang kaki lima Jalan Nasional Kota Semarang) sebagian besar berada dalam kondisi yang normal yaitu sebanyak 31 responden, dan persentase terkecil adalah responden yang termasuk memiliki status gizi kurus (kekurangan berat badan tingkat berat) sebesar (4,8%) yaitu sebanyak 3 responden, dengan mayoritas responden mempunyai status gizi yang normal, ini merupakan satu hal yang menunjukkan tidak adanya perbedaan kapasitas fungsi paru di tiga jalan nasional tersebut, karena status gizi bukan merupakan faktor risiko untuk terjadi gangguan fungsi paru pada pedagang kaki lima di tiga Jalan Nasional tersebut.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dorce Mengkidi (2006) dalam menilai gangguan fungsi paru dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada karyawan PT. Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan, bahwa dari 29 responden yang mempunyai status gizi kurang baik terdapat 18 orang (62,1%) mengalami gangguan fungsi paru dan 11 orang (37,9%) tidak mengalami gangguan fungsi paru. Uji statistik dengan *Chi Square Test* menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara status gizi dengan gangguan fungsi paru (p -value = 0,256), hal ini menunjukkan status gizi bukan merupakan faktor risiko untuk terjadi gangguan fungsi paru pada karyawan. Ketidakbermaknaan status gizi dengan gangguan fungsi paru ini sesuai dengan penelitian yang penulis lakukan, bahwa sebagian besar rata-rata responden mempunyai status gizi baik terdapat 31 responden pedagang kaki lima (49,2%).⁽¹⁴⁾

Status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan zat gizi. Salah satu akibat dari kekurangan gizi dapat menurunkan sistem imunitas sehingga orang mudah terserang infeksi seperti : pilek, batuk, diare, dan juga berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu yang masuk dalam tubuh. Status gizi tenaga kerja erat kaitannya dengan tingkat kesehatan tenaga kerja maupun produktifitas tenaga kerja.⁽¹⁴⁻¹⁵⁾

Hal lain yang ikut berperan dalam mempengaruhi hasil dalam penelitian ini adalah kebiasaan olahraga, dari 63 responden pedagang kaki lima di jalan nasional kota semarang, dapat diketahui bahwa sebagian besar responden mempunyai kebiasaan olahraga dengan persentase sebesar (54,0%) yaitu sebanyak 34 responden. Berdasarkan hasil wawancara dengan responden (pedagang kaki lima)

dan di analisis secara deskriptif bahwa sebagian besar responden mempunyai kebiasaan olahraga seperti jalan-jalan dengan persentase (14,3%) sebanyak 9 responden, dan jogging dengan persentase (9,5%) sebanyak 6 responden.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Deny Agustini (2007), bahwa latihan pernapasan menggunakan metode buteyko serta senam asma Indonesia menunjukkan perbedaan yang bermakna (p -value <0,05) pada %VEP₁ (Volume Ekspirasi Paksa Detik Pertama) pada penderita asma dan bukan penderita asma (kontrol). Sehingga, kebiasaan olahraga menunjukkan salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap kapasitas fungsi paru.⁽¹⁶⁾

Kebiasaan berolahraga sangat berpengaruh terhadap sistem kembang pernapasan dan dengan olahraga secara teratur juga dapat meningkatkan pemasukan oksigen ke dalam paru sehingga memberi manfaat dalam meningkatkan kerja dan fungsi paru, jantung dan pembuluh darah yang ditandai dengan ; denyut nadi istirahat menurun, isi sekuncup bertambah, kapasitas vital paru bertambah, penumpukan asam laktat berkurang, meningkatkan pembuluh darah kolesterol, meningkatkan HDL kolesterol dan mengurangi aterosklerosis. Secara umum semua cabang olahraga, permainan dan aktifitas fisik sedikit banyak membantu meningkatkan kebugaran fisik.⁽¹⁴⁾

Latihan fisik yang teratur akan meningkatkan kemampuan pernafasan dan mempengaruhi organ tubuh sedemikian rupa sehingga kerja organ lebih efisien dan kapasitas fungsi paru bekerja maksimal. Berolahraga secara rutin dapat meningkatkan aliran darah melalui paru yang akan menyebabkan kapiler paru mendapatkan perfusi maksimum, sehingga O₂ dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume lebih besar atau maksimum. Beberapa jenis olah raga yang apabila dilakukan secara rutin 3-5 kali seminggu selama 30-45 menit akan meningkatkan kemampuan paru-paru antara lain renang, jogging, senam, bersepeda.⁽¹⁷⁾

Kapasitas vital paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seseorang melakukan olahraga. Olah raga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru-paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Kapasitas vital pada seorang atletis lebih besar daripada orang yang tidak pernah berolahraga.⁽¹⁸⁾

Menurut Guyton (1997), kebiasaan olah raga akan meningkatkan kapasitas paru dan akan meningkat 30 – 40 %.⁽¹⁸⁾ Hal lain yang memang menguatkan analisis dalam penelitian ini adalah riwayat penyakit paru responden. Pada hasil penelitian ini diketahui bahwa sebagian besar responden tidak pernah mempunyai riwayat penyakit paru dengan persentase sebesar (77,8%) yaitu sebanyak 49 responden, dan responden yang mempunyai riwayat penyakit paru sebanyak 14 responden dengan persentase (22,2%), adapun hasil dari wawancara dengan pedagang kaki lima di Tiga Jalan Nasional Kota Semarang tersebut adalah jenis penyakit paru yang pernah dialami responden adalah asma dengan persentase (6,3%) sebanyak 4 responden, paru-paru dan sesak nafas dengan persentase yang sama yaitu (4,8%) sebanyak 3 responden, serta jenis penyakit paru lainnya (batuk, batuk darah, komplikasi, dan radang tenggorokan) dengan persentase yang sama yaitu (1,6%) sebanyak 1 responden. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan F.S Nugrahaeni (2004), dalam menganalisis faktor resiko kadar debu organik di udara terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi di demak, dalam uji statistiknya menunjukkan bahwa pekerja yang pernah mengidap penyakit paru berhubungan secara bermakna terhadap gangguan fungsi paru dengan nilai signifikansi (p -value 0,000) dan mempunyai rasio prevalens sebesar 3,075 kali untuk mengalami penurunan kapasitas maksimal paru, dibandingkan dengan pekerja yang tidak mempunyai penyakit paru.⁽¹⁰⁾

Oleh karena itu, disini terdapat juga faktor dari diri responden yang menyebabkan tidak ada perbedaan kapasitas fungsi paru di Tiga Jalan Nasional tersebut yaitu riwayat penyakit responden. Peneliti tidak meneliti bagaimana kondisi paru responden saat belum terpapar debu dan bagaimana kondisi paru responden saat sudah terpapar debu, sehingga yang peneliti tahu adalah bagaimana kondisi paru saat dilakukan pemeriksaan saat penelitian. Sehingga penelitian ini terkesan tidak ada perbedaan yang signifikan, karena mungkin walaupun responden bekerja di tempat yang paparan debunya kecil dan responden masih terhitung baru bekerja, namun kapasitas fungsi parunya sama dengan kapasitas fungsi paru pedagang kaki lima yang berada di tempat berkadar debu tinggi seperti

Jalan Kaligawe. Hal ini dapat dikarenakan sebelumnya responden sudah memiliki riwayat penyakit paru.

Dengan hasil seperti ini, beberapa faktor yang diduga menjadi tidak adanya perbedaan kapasitas fungsi paru pada pedagang kaki lima di tiga Jalan Nasional Kota Semarang adalah status gizi, kebiasaan olahraga, dan riwayat penyakit paru responden. Satu hal yang juga cukup berpengaruh adalah responden yang dijadikan objek penelitian. Responden yang digunakan sebagai objek penelitian adalah seseorang yang mempunyai pekerjaan yang sama yaitu pedagang kaki lima tetap di tiga Jalan Nasional Kota Semarang. Artinya disini bahwa responden yang diteliti bersifat homogen, yaitu pedagang kaki lima yang setiap harinya sama-sama bekerja dipinggir jalan dan setiap saat dapat terkena paparan debu. Sehingga hal ini yang menyebabkan tidak ada perbedaan kapasitas fungsi paru di tiga jalan nasional tersebut. Pernyataan ini dapat diperkuat dengan hasil %KVP dan %VEP₁, bahwa data kapasitas fungsi paru responden didapat saat dilakukan pemeriksaan saja. Sehingga peneliti tidak mengetahui keadaan kapasitas fungsi paru responden sebelum diperiksa, ataupun bahkan sebelum responden bekerja sebagai pedagang kaki lima. Sedangkan nilai kapasitas fungsi paru yang didapat adalah kapasitas fungsi paru pada waktu pemeriksaan dan sudah terkena paparan debu lalu lintas setiap harinya.

Tidak terbuktinya perbedaan kapasitas fungsi paru pada pedagang kaki lima di tiga ruas jalan nasional tersebut, karena tingkat polusi udara (polutan) yang di ukur belum dapat menggambarkan pajanan individual. Karena di satu ruas jalan yang tingkat polusinya tinggi, belum tentu kadar debu yang memajani juga tinggi.

Penulis menyadari, disinilah titik kelemahan dalam penelitian ini, penelitian ini terbatas dengan menggunakan desain studi *cross sectional* artinya dimana untuk pengukuran untuk tiap variabel dependent dan variabel independent dilakukan pada satu waktu, atau pada waktu yang bersamaan.

Hal lain yang perlu dikaji dari hasil penelitian ini adalah dari sampel 63 responden (pedagang kaki lima), sebanyak 14 responden (22,2%) mempunyai kelainan fungsi paru. Meskipun uji statistik menyatakan tidak ada perbedaan kapasitas fungsi paru (nilai prediksi %KVP dan %VEP₁) pada pedagang kaki lima berdasarkan kadar debu total ambien di jalan nasional kota semarang, tetapi faktor potensial yang berupa keberadaan polutan lain seperti gas NO_x dan gas SO_x yang tentunya juga merupakan salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap penurunan kapasitas fungsi paru responden. Teori mengatakan bahwa organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO_x adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO_x akan membengkak sehingga penderita sulit bernapas dan dapat menyebabkan kematian. Hal ini disebabkan karena terjadi kerusakan selia, gangguan sekresi mucus dan gangguan fungsi makrofag alveolar serta imunitas humoral. Sedangkan gas SO_x sama halnya dengan gas NO_x, yaitu dapat menurunkan kapasitas fungsi paru. Mekanismenya adalah gas SO_x dapat masuk ke dalam saluran pernapasan melalui mulut atau waktu menarik nafas dalam. Daya larut gas SO_x yang tinggi, mengiritasi dinding bronkus sehingga terjadi peradangan dan meningkatnya produksi lendir. Gas SO_x dapat pula masuk ke bronchiolus dan alveolus, mengiritasinya dan menyebabkan terjadinya peningkatan produksi lendir. Jika seseorang terpapar SO_x pada konsentrasi tinggi, septa alveolar dapat rusak dan dapat menimbulkan edema paru, paparan dalam jangka waktu lama dengan konsentrasi rendah dapat mengakibatkan bronchitis kronis dan juga emphysema paru-paru sehingga berdampak pada penurunan Kapasitas Vital Paksa Detik Pertama (KVP₁).⁽¹⁾

SIMPULAN

1. Jalan Kaligawe memiliki kadar debu yang paling tinggi yaitu sebesar 624,7 µg/m³ dibandingkan Jalan Siliwangi (533 µg/m³) dan Jalan Perintis Kemerdekaan (377,2 µg/m³).
2. Tidak ada perbedaan yang signifikan nilai prediksi %KVP (p=0,110) dan nilai prediksi %VEP₁ (p=0,829) pada pedagang kaki lima berdasarkan kadar debu total ambien di tiga Jalan Nasional Kota Semarang.
3. Status gizi, kebiasaan olahraga, homogenitas responden, serta riwayat penyakit responden yang merupakan faktor potensial dalam memperkuat kesimpulan tidak ada perbedaan kapasitas paru

responden, meskipun kadar debu total ambien di 3 jalan nasional kota semarang tersebut berbeda-beda

SARAN

1. Perlu pemeriksaan kapasitas fungsi paru secara berkala pada pedagang kaki lima karena mereka berpotensi mengalami gangguan fungsi paru.
2. Perlu mengoptimalkan alat pantau pencemaran udara yang ada di kota semarang.
3. Perlu peningkatan penghijauan di sepanjang ketiga jalan tersebut, terutama Jalan Kaligaweyang masih minim penghijauan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hapsari MI. *Hubungan Kualitas Udara Ambien (Kadar Debu, NOx dan SOx) dengan Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pada Polisi Lalu Lintas di Kesatuan Lalu Lintas Polres Semarang Timur*. Semarang: Universitas Diponegoro; 2008.
2. Dinas Perhubungan Kota Semarang. *Laporan Suvey Tingkat Pelayanan Ruas Jalan di Kota Semarang Tahun 2009 Semarang*: DISHUB2009 (Tidak Dipublikasikan).
3. Mulia RM. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2005.
4. Zainudin AA. *Kebijakan Pengelolaan Kualitas Udara Terkait Transportasi di Provinsi DKI Jakarta*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat FKM UI*. 2010 Juni 2010;4th No.6:281-8.
5. Silitonga E. *Pencemaran Udara*. Medan: Digital Library USU; 2010 (online), <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16641/3/Chapter%20II.pdf>. diakses 11 Desember 2010)
6. Depkes. *Modul Pelatihan Bagi Fasilitator Kesehatan Kerja*. Jakarta: Depkes; 2003.
7. Ikhsan M. *Penataklasan Penyakit Paru Akibat Kerja*. Jakarta: UIPress; 2002.
8. Murthi B. *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Pers; 1995.
9. Fandeli C, Kaharuddin, Mukhlison. *Perhutanan Kota*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada; 2003.
10. Nugrahaeni FS, Joko T, Setiani O. *Analisis Faktor Resiko Kadar Debu Organik di Udara Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Demak*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2004;3 No.2 Oktober 2004.
11. Kartikasari P. *Pengaruh Vegetasi Terhadap Iklim Mikro, Kadar Timah Hitam dan Kadar debu di Udara Lalu Lintas Jalur Utama Kotamadya Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro; 1998.
12. Simaela SL. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kapasitas Maksimal Paru Pekerja Perusahaan Pemecah Batu Pada PT. P di Daerah Bogor Jawa Barat Tahun 2000*. Jakarta: Universitas Indonesia; 2000.
13. Faisal F, Ulfah AM. *Korelasi Antara Total Curah Hujan Terhadap Kadar SPM Pada Tahun 2004-2008 di Jakarta Dalam Proses Pembersihan Atmosfer Oleh Hujan*. *Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. 2009;Volume 5 No.3 September 2009.
14. Mengkidi D. *Gangguan Fungsi Paru dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pada Karyawan PT.Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan*. Semarang: Universitas Diponegoro; 2006.
15. Yulaekah S. *Paparan Debu Terhirup dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur Kabupaten Grobogan*. Semarang: Universitas Diponegoro; 2007.
16. Agustini D, Kafi A, Djunaidi A. *Latihan Pernapasan dengan Metode Buteyko Meningkatkan Nilai Force Expiratory Volume In 1 Second (%FEV₁) Penderita Asma Dewasa Derajat Persisten Sedang*. *Berita Kedokteran Masyarakat*. 2007;23, No,2 Juni 2007.
17. Suma'mur. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV Hajimasagung; 1994.
18. Arthur CG, Hall JE. *Fisiologi Kedokteran*. Setiawan I, editor. Jakarta: EGC; 1997.