

ANALISIS KADAR DEBU, NO₂, DAN KELAINAN STATUS FAAL PARU PADA PEKERJA WANITA PENYAPU JALAN DI JALAN AHMAD YANI KOTA SURABAYA

Analysis of Dust Concentration, NO₂ Concentration, and Pulmonary Disfunction on Woman's Sweeper in Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya

Bagus Syahru Zaen

Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Airlangga
syahruzaen1010@gmail.com

Abstrak: Status faal paru untuk menilai fungsi paru diukur dengan menggunakan alat spirometer dan diketahui melalui nilai Kapasitas Vital Paksa (KVP) dan Volume Ekspirasi Paksa dalam satu detik (VEP₁). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar debu dan NO₂ di udara ambien dan kelainan status faal paru pada pekerja wanita penyapu jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan rancangan *cross sectional*. Sampel pada penelitian ini berjumlah 10 orang pekerja wanita penyapu jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. Variabel dalam penelitian ini adalah kadar debu dan NO₂ di udara ambien, karakteristik individu seperti usia, lama kerja, masa kerja, pemakaian masker kain, perokok pasif, dan indeks massa tubuh. Penelitian ini menggunakan metode wawancara, pengukuran status faal paru menggunakan spirometer, pengukuran kadar debu dengan EPAM 5000, dan NO₂ dengan gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan pada ketiga titik yaitu kadar debu pada titik ketiga sebesar 1,33 mg/m³ dan kadar NO₂ pada titik pertama sebesar 103,6 µg/m³. Kedua parameter tersebut telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jatim No. 10 Tahun 2009. Hasil pengukuran status faal paru menyatakan bahwa 6 dari 10 orang responden memiliki kelainan faal paru yaitu restriksi ringan. Bagi pekerja wanita penyapu jalan sebaiknya menggunakan masker yang selalu bersih dan memperhatikan lama waktu bekerja.

Kata kunci: kadar debu dan NO₂, wanita penyapu jalan, kelainan status faal paru, polusi udara

Abstract: *The lung's function status is measured by the spirometer & known through value of Forced Vital Capacity (FVC) and Forced expiratory volume in one second (FEV₁). The study aims was to analyze dust and NO₂ concentration in ambient and the pulmonary disfunction of woman sweeper in Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. This research was a descriptive with cross sectional design. The research sample was 10 persons who were working as woman's sweeper in the Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. The variables were the dust and NO₂ concentration, individual characteristics such as age, workdays duration, workyears period, using of Personal Protective Equipment (masks), passive smoker, and body mass index. The study was using interview, pulmonary function test using spirometer, measurement of dust concentration using EPAM 5000, and NO₂ concentration using Gravimetry. The result showed that dust concentration on the third location was 1.33 mg/m³ and NO₂ concentration on the first location was 103.6 µg/m³. Both of these parameters were above the standard of Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 tahun 2009. The pulmonary function test was 6 of 10 respondents had pulmonary disfunction which is mild restriction. It was recommended to wear clean mask for woman's sweeper while working and to consider the workdays duration.*

Keywords: *dust and NO₂ concentration, woman's street sweeper, pulmonary disfunction, air pollution*

PENDAHULUAN

Pencemaran udara terjadi di perkotaan dan daerah padat industri yang menghasilkan berbagai macam polutan seperti debu, NO₂, SO₂, CO, dan HC. Semakin banyak kendaraan bermotor yang mengeluarkan gas akan mencemari lingkungan dan menyebabkan penurunan kualitas udara. Meningkatnya volume kendaraan bermotor, jumlah zat pencemar berupa gas maupun partikel akan meningkat pula (Kozlowski dan Mudd, 1995).

Emisi sumber bergerak yang dihasilkan dari sisa asap dan gas pembakaran bahan bakar yang terjadi di mesin kendaraan bermotor mengandung bahan pencemar yang memiliki persentase yang berbeda. Gas buang yang keluar dari saluran pembuangan kendaraan dapat dilihat oleh indera penglihatan berupa asap tebal berwarna hitam maka persentase HC dan lainnya akan jauh lebih besar (Wardhana, 2004).

Nitrogen oksida atau sering disebut dengan NO_x adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari dua macam bentuk yang memiliki sifat berbeda yaitu gas nitrogen oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Kedua gas ini banyak ditemukan di udara sebagai polutan. Nitrogen oksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Sedangkan gas nitrogen dioksida memiliki warna merah kecokelatan dan berbau tajam menyengat hidung (Wardhana, 2004). Absorpsi gas NO_2 oleh mukosa dapat menyebabkan peradangan saluran pernapasan bagian atas dan iritasi pada mukosa mata (Mukono, 2008).

Toksisitas gas NO_2 empat kali lebih kuat daripada gas NO. Paru-paru adalah organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO_2 . Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO_2 akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang akhirnya menyebabkan kematian (Fardiaz, 1992). Kadar NO_2 di udara daerah perkotaan yang berpenduduk padat akan lebih tinggi dibandingkan di pedesaan karena berbagai macam kegiatan manusia akan menunjang pembentukan NO_2 , misalnya transportasi, generator pembangkit listrik, pembuangan sampah, dan lain-lain, namun, pencemar utama NO_2 berasal dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar gas alam (Wardhana, 2004).

Data dari Badan Kesehatan Dunia (WHO), menunjukkan bahwa pada Tahun 1990 PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik) menempati urutan ke-6 sebagai penyebab utama kematian di dunia, sedangkan pada Tahun 2002 telah menempati urutan ke-3 setelah penyakit kardiovaskuler dan kanker. Amerika Serikat membutuhkan dana sekitar 32 juta US\$ dalam setahun untuk menanggulangi penyakit ini, dengan jumlah pasien sebanyak 16 juta orang dan lebih dari 100 ribu orang meninggal (WHO, 2002). Hasil survey penyakit tidak menular oleh Direktorat Jenderal PPM & PL di 5 rumah sakit provinsi di Indonesia (Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Lampung, dan Sumatera Selatan) pada tahun 2004, menunjukkan PPOK menempati urutan pertama penyumbang angka kesakitan (35,0%), diikuti asma bronchial (33,0%), kanker paru (30,0%), dan lainnya (2,0%) (Depkes RI, 2004).

Banyak penelitian epidemiologis khususnya pada negara berkembang menunjukkan paparan polusi udara ambien yang berasal dari kepadatan

lalu lintas berdampak pada kesehatan pernapasan manusia (Adetoun *et al.*, 2011). Udara yang telah tercemar dapat mengakibatkan peradangan pada paru dan jika terjadi terus menerus dapat menurunkan fungsi paru, yang akhirnya dapat meningkatkan kelainan faal paru obstruktif menahun (PPOM). Bahan pencemar yang dapat mengakibatkan penurunan fungsi paru antara lain gas SO_2 , gas O_3 , gas NO_2 , dan partikel debu (Mukono, 2008).

Kendaraan bermotor di Provinsi Jawa Timur mengalami kenaikan tiap tahunnya, tercatat jumlah kendaraan bermotor di Provinsi Jawa Timur tahun 2012 sampai dengan tahun 2013 mengalami peningkatan pada masing-masing jenis transportasi dengan rata-rata persentase peningkatan sebesar 5,27% di mana jumlah terbesar pada jenis sepeda motor dengan persentase peningkatan sebesar 8,38% (SETDIJEN Perhubungan Darat Jawa Timur, 2014).

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia dan ibu kota Provinsi Jawa Timur. Surabaya mempunyai aktivitas harian dan jumlah penduduk yang cukup besar. Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya pada tahun 2014 mencatat penduduk di Kota Surabaya sebanyak 2.904.783 jiwa. Jumlah penduduk yang besar dan meningkat setiap tahunnya mengakibatkan hampir semua ruas jalan di Kota Surabaya memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi.

Jalan Ahmad Yani salah satu jalan yang termasuk padat oleh kendaraan bermotor baik roda dua ataupun roda empat di Kota Surabaya. Jalan Ahmad Yani menghubungkan Kota Surabaya dengan Kabupaten Sidoarjo. Jalan Ahmad Yani merupakan salah satu jalan di Kota Surabaya dengan tingkat kepadatan cukup tinggi serta moda transportasi yang beragam seperti bis, truk, mobil pribadi dan sepeda motor. Dampak dari kepadatan lalu lintas tersebut menghasilkan emisi dari sumber bergerak dan menyebabkan berbagai polutan seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), ozon (O_3), hidrokarbon (HC), dan partikel debu (Mukono, 2008).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar debu, NO_2 , dan kelainan faal paru pada pekerja wanita penyapu jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif observasional dengan desain *cross sectional*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juli 2015.

Populasi dalam penelitian ini adalah semua pekerja wanita yang bekerja sebagai penyapu jalan di ruas Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. Sampel pada penelitian ini sebanyak 10 orang dengan kriteria inklusi adalah: responden bekerja menyapu ruas di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya secara rutin pada pukul 06.00–13.00, memiliki masa kerja diatas 5 tahun, bukan perokok aktif, dan bersedia menjadi responden dalam penelitian.

Variabel dalam penelitian adalah kelainan status faal paru wanita penyapu jalan, karakteristik pekerja wanita penyapu jalan, kadar debu dan kadar NO₂. Pengumpulan data terbagi menjadi dua tahap, yaitu: pengumpulan data sekunder dan primer. Data primer yang diperoleh dari wawancara dengan pekerja wanita penyapu jalan, kadar debu yang dilakukan oleh tenaga ahli dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan menggunakan alat EPAM 5000, kadar NO₂ dan status faal paru dilakukan oleh tenaga ahli dari Unit Pelaksana Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (UPT K3) Surabaya. Data sekunder yang diperoleh adalah kepadatan lalu lintas.

Pengambilan sampel kadar debu dan NO₂ dilakukan sekali pada waktu siang hari di tiga (3) titik pada ruas Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya.

Titik pengambilan sampel tersebut yaitu pada halte Jalan Ahmad Yani, Pos Pantau Polisi, dan *Traffic Light* Jalan Margorejo. Data mengenai status faal paru diambil menggunakan alat spirometer dilakukan sebanyak satu kali pada Pos Pantau Polisi Jalan Ahmad Yani.

Data disajikan bentuk tabulasi silang dan tabel distribusi frekuensi kemudian dianalisis secara deskriptif. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari komisi etik penelitian kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Nomor: 369-KEPK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Lalu Lintas Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya

Jalan Ahmad Yani terletak di Kota Surabaya rayon selatan berbatasan langsung dengan Kabupaten Sidoarjo di bagian selatan, bagian utara berbatasan dengan Jalan Wonokromo, bagian timur berbatasan dengan Jalan Margorejo, dan di bagian barat berbatasan dengan Jalan Ketintang. Kendaraan banyak melewati Jalan Ahmad Yani sebagai jalan dengan akses yang cukup memadai untuk menuju berbagai kawasan industri, pusat perekonomian, bisnis, sentra pemerintahan Surabaya, dan pusat ekspor impor di Surabaya rayon pusat. Banyaknya kendaraan mengakibatkan terjadinya kepadatan lalu lintas di Jalan Ahmad Yani. Hal ini karena Jalan

Tabel 1.

Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya Menuju ke Utara Tahun 2014

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan Tiap	Komposisi Penggunaan Ruang Jalan	
	Jenis Kendaraan	(smp)	%
Sepeda Motor	148.382	44.514	53,02
Mobil Pribadi	27.129	27.129	38,77
Angkot	915	915	1,31
Bis mini	2.191	2.191	0,27
Pick Up / Box	186	186	2,14
Mini Truk	1.498	1.498	0,80
Bis Besar	467	607	0,38
Truk 2 Sumbu	220	284	0,17
Truk 3 Sumbu	100	130	0,01
Truk Gandeng	7	9	0,00
Trailer	2	3	0,00
Kendaraan Tak bermotor	–	–	0,00

Sumber: Survei Kinerja Lalu Lintas Dinas Perhubungan Kota Surabaya tahun 2014

Tabel 2.
Karakteristik Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,00–0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20–0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45–0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, V/C masih dapat ditolerir	0,75–0,84
E	Volume lalu lintas mendekati/ berada pada kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti	0,85–1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume diatas > 1,00 kapasitas, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan besar	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997

Ahmad Yani memiliki peranan yang sangat vital untuk menghubungkan Kota Surabaya dengan Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Mojokerto. Volume adalah ukuran rata-rata dalam jangka waktu perhitungan. Volume dipengaruhi oleh panjang pendeknya waktu perhitungan.

Volume kendaraan yang melewati Jalan Ahmad Yani menuju ke arah utara mayoritas adalah sepeda motor yang mencapai 148.382 buah dengan penggunaan ruang jalan sebesar 53,02%, sementara jumlah kendaraan mobil pribadi mencapai 27.129 buah dengan penggunaan ruang jalan sebesar 38,77%. Transportasi umum seperti angkot mencapai 915 buah dengan penggunaan ruang jalan sebesar 1,31% dan bis mini sebanyak 2.191 dengan penggunaan ruang jalan sebesar 0,27%. Hasil mengenai volume, komposisi, dan penggunaan ruang jalan dapat dilihat pada Tabel 1.

Arus lalu lintas Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya tergolong bervariasi dari 30km/jam sampai 120 km/jam. Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu dinyatakan dalam kendaraan per jam atau lalu-lintas harian rata-rata. Kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume.

Lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kendaraan/jam). Perhitungan kapasitas jalan dengan syarat bahwa jalan yang diukur harus sepi dan kosong dari kendaraan serta diukur lebarnya menggunakan alat ukur dengan satuan yang

baku yaitu meter (MKJI, 1997). Kapasitas Jalan Ahmad Yani adalah sebesar 3 km (Zaen, 2015).

Kepadatan dalam pengertiannya adalah suatu keadaan yang dapat dikatakan semakin padat apabila jumlah manusia pada suatu batas ruang tertentu semakin banyak dibandingkan dengan luas ruangnya (Sarwono, 1992). Kepadatan lalu lintas adalah jumlah rata-rata kendaraan yang menempati satu mil atau satu kilometer dari ruang jalan, dinyatakan dalam kendaraan per mil atau per kilometer (MKJI, 1997). Hasil perhitungan kepadatan lalu lintas yang didapatkan dari hasil volume kendaraan dibagi kapasitas jalan didapatkan angka sebesar 0,73 (Zaen, 2015). Angka tersebut menunjukkan bahwa Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya termasuk kategori tingkat C yaitu arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan (MKJI, 1997). Karakteristik tingkat pelayanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Karakteristik Pekerja Wanita Penyapu Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya

Berdasarkan kelompok usia, responden dibagi menjadi dua kelompok usia yaitu diatas 40 tahun dan kurang dari sama dengan 40 tahun dengan distribusi 50,0% sama besar. Manusia ketika berusia 20 tahun termasuk dalam usia produktif sehingga memiliki semangat yang tinggi untuk bekerja mengakibatkan memiliki risiko yang tinggi mengalami kelelahan fisik sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Semakin bertambahnya usia manusia semakin lama

terpapar berbagai macam polutan baik di tempat kerja maupun di lingkungan rumah sehingga menyebabkan fisiologis tubuh seseorang menjadi menurun di usia lanjut.

Hal ini karena dipengaruhi jaringan tubuh, fungsi elastisitas jaringan paru berkurang yang mengakibatkan kekuatan bernafas menjadi lemah sehingga volume udara pada saat pernapasan akan menjadi lebih sedikit dan menyebabkan fungsi paru seseorang menurun (Winarti, 1999). Hasil distribusi karakteristik pekerja wanita penyapu jalan di Jalan Ahmad Yani dapat dilihat pada Tabel 3.

Masa kerja responden dibagi menjadi dua yaitu di atas dan di bawah 10 tahun. Mayoritas responden bekerja di bawah 10 tahun sebesar 60,0% sedangkan responden di atas 10 tahun sebesar 40,0%. Masa kerja responden digunakan untuk mengetahui lama responden bekerja dalam tahun terkait terpajan polutan udara di lokasi tempat kerja. Menurut Wardhana (2007) menyatakan bahwa pajanan polutan dalam jangka lama dapat menyebabkan penurunan fungsi paru seseorang.

Responden sebagai perokok pasif dalam penelitian ini adalah responden yang terpajan oleh asap rokok dari perokok aktif dalam lingkungan kerja ataupun tempat tinggal. Mayoritas responden pekerja wanita penyapu jalan merupakan perokok pasif yaitu sebesar 80,0% dari 10 orang responden menjadi perokok pasif baik di tempat kerja maupun di lingkungan tempat tinggal. Responden pada umumnya terpajan asap rokok dari suami atau anak di dalam rumah, berasal dari teman kerja, dan para pengguna jalan yang merokok. Pada perokok pasif, jumlah asap rokok yang dihirupnya akan jauh lebih banyak sebab ketika rokok dinyalakan asap yang berada di ujung rokok akan terus keluar lalu saat perokok menghisap rokoknya kemudian asap dikeluarkan lewat mulut, saat itu juga perokok pasif juga menghirup asap rokok kembali (Freemeta, 2008).

Indeks massa tubuh responden dikategorikan menjadi dua kategori yaitu normal dan tidak normal. Kondisi gizi pekerja yang dinilai berdasarkan nilai indeks massa tubuh (BB/TB^2) dengan klasifikasi kurus yaitu nilai indeks massa tubuh kurang dari 18,50, normal yaitu nilai indeks massa tubuh antara 18,50 sampai 22,99, *overweight* yaitu nilai indeks massa tubuh antara 23,00 sampai dengan 27,49, dan *obese* yaitu nilai indeks massa tubuh di atas 27,5. Distribusi Indeks Massa Tubuh (IMT) responden pada Tabel

3 menunjukkan responden yang memiliki IMT hanya 2 orang atau 20,0% sedangkan sisanya yaitu 8 orang atau sebesar 80,0% memiliki IMT yang tidak normal.

Lama kerja dalam penelitian ini adalah lama bekerja responden sebagai pekerja wanita penyapu jalan dalam sehari, lama kerja dihitung dalam satuan jam. Variabel ini digunakan untuk mengetahui lama responden tersebut terpajan polutan udara di lokasi penelitian dalam satu hari dan semua responden atau 100,0% memiliki masa kerja sama yaitu selama 8 jam dalam sehari mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 14.00 WIB.

Seseorang yang bekerja di lingkungan yang tercemar udaranya dan terpajan secara terus-menerus oleh polutan akan memiliki risiko gangguan kesehatan. Syafrianto (2011), menjelaskan bahwa semakin lama seseorang terpajan suatu zat pencemar udara akan semakin tinggi risiko terkena gangguan kesehatan. Zat yang terhirup dalam konsentrasi yang tinggi dan dalam jangka waktu yang cukup lama akan membahayakan kesehatannya. Pernyataan ini didukung oleh U.S EPA (2014), yang menyatakan bahwa pajanan partikel debu akan menyebabkan masalah kesehatan yang serius karena dapat mengiritasi saluran pernapasan. Gas NO₂ dengan pajanan beragam mulai dari 30 menit sampai 24 jam akan menimbulkan berbagai efek buruk seperti peradangan saluran pernapasan pada orang sehat dan peningkatan gejala penyakit pernapasan pada penderita asma

Semua pekerja wanita penyapu di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya atau sebesar 100,0% memakai masker kain sebagai Alat Pelindung Diri (APD). Khaerani (2009) menyatakan bahwa pencemaran udara dapat meningkatkan risiko terkena gangguan saluran pernapasan khususnya pada seseorang yang bekerja di wilayah yang terpajan langsung dengan polutan, maka untuk mengantisipasi gangguan saluran pernapasan, penggunaan masker menjadi sangat penting. APD masker dapat menghambat atau mengurangi jumlah pajanan zat-zat pencemar udara yang terhirup oleh pekerja, sehingga dapat pula mengurangi risiko terjadinya gangguan saluran pernapasan dan paru.

Syafrianto (2011) menyatakan terkait sistem pernapasan seseorang harus dilindungi ketika yang bersangkutan menghirup atau berada di tempat dengan polutan udara yang berbahaya baik berupa gas, aerosol, maupun cairan

yang dapat menyebabkan sistem pernapasan terganggu sehingga menurunkan status fungsi paru.

Tabel 3.

Distribusi Karakteristik Penyapu Menurut Usia, Masa Kerja, Perokok Pasif, Indeks Massa Tubuh di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya Tahun 2015

Karakteristik Individu	n	%
Usia (tahun)		
≤ 40	5	50,0
>40	5	50,0
Masa kerja (tahun)		
≤ 10	6	60,0
>10	4	40,0
Perokok Pasif		
Ya	8	80,0
Tidak	2	20,0
Indeks Massa Tubuh		
Normal	2	20,0
Tidak Normal	8	80,0
Lama Kerja		
8 Jam	10	100,0
APD		
Masker Kain	10	100,0

Kadar Debu dan NO₂ di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya

Pengukuran kadar debu dan NO₂ dilakukan pada tiga titik di ruas Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya yaitu pada halte Jalan Ahmad Yani, Pos Pantau Polisi, dan *Traffic Light* Jalan Margorejo dengan waktu siang hari. Titik 1 pada pukul 10.00, titik 2 pada pukul 11.00, dan titik 3 pada pukul 12.00 WIB. Hasil yang didapatkan dari pengukuran kadar debu dan NO₂ di udara ambien Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya dikaji dengan baku

mutu lingkungan sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur. Ketika dilakukan pengukuran pada ketiga titik pengukuran menunjukkan kondisi cuaca cerah, arah angin berhembus menuju ke arah tenggara dengan kecepatan berkisar 0,3 sampai dengan 1,1 m/s serta suhu udara berkisar 29,6–32,7°C Hasil pengukuran kadar debu dan NO₂ di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar debu dan NO₂ di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya cenderung tinggi dan bahkan melebihi baku mutu lingkungan yang ditetapkan. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh volume kendaraan yang melintas seperti sepeda motor dan mobil pribadi. Hasil tersebut dikarenakan lokasi pengukuran berada pada ruas jalan yang padat kendaraan, waktu pengukuran pada siang hari serta dikarenakan perbedaan suhu yang tidak jauh berbeda menjadikan kecepatan angin yang berhembus relatif ringan. Kecepatan angin yang rendah mempengaruhi kadar bahan pencemar di udara terkumpul pada suatu tempat karena tidak terjadi penyebaran udara sehingga menyebabkan kadar bahan pencemar menjadi tinggi (BAPEDAL Jatim, 2009).

Kadar debu pada Halte Jalan Ahmad Yani sebesar 0,251 mg/m³ dan pada Pos Pantau Polisi sebesar 0,075 mg/m³ sedangkan pada *Traffic Light* Margorejo kadar debu sebesar 1,33 mg/m³.

Kadar debu tertinggi terdapat pada titik 3 yaitu di dekat *Traffic Light* Margorejo karena pertemuan dua arus dari Jalan Ahmad Yani dengan Jalan Margorejo sehingga volume kendaraan bergerak maupun berhenti untuk menunggu lampu merah yang membawa debu berasal dari tanah kering, gesekan ban, gesekan mekanis mesin, dan gas

Tabel 4.

Kadar Debu dan NO₂ di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya Tahun 2015

Parameter (satuan)	Titik pengukuran			Rata-rata	Baku Mutu Pergub Jatim No. 10 tahun 2009
	Halte Jalan Ahmad Yani	Pos Pantau Polisi	Traffic Light Jalan Margorejo		
Debu (mg/m ³)	0,251	0,075	1,33	0,552	0,26
NO ₂ (µg/m ³)	103,6	91,7	92,2	95,833	92,5

emisi menjadi lebih banyak dibandingkan dengan lokasi pengukuran di tempat lain.

Sumber lain debu dari transportasi adalah merupakan dari pemakaian ban yang bergesekan dengan aspal, penggunaan kampas rem, dan abrasi permukaan jalan (Thorpe and Harisson, 2008). Kadar debu terendah berada pada titik 2 yaitu di pos pantau polisi karena banyaknya pepohonan dan tidak adanya hambatan lalu lintas.

Dampak terhadap kesehatan yang disebabkan partikel debu tergantung ukurannya. Ukuran partikulat debu yang membahayakan kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 µm sampai dengan 10 µm. Ukuran debu kurang dari 1 µm dapat mencapai alveolus. Ukuran partikulat debu sekitar 1–5 µm merupakan partikulat udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru dan mengendap di trakea. Keadaan ini bukan berarti bahwa ukuran yang lebih besar dari 5 µm tidak berbahaya, karena partikulat yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernapasan bagian atas dan menyebabkan iritasi.

Kadar NO₂ di Halte Jalan Ahmad Yani sebesar 103,6 µg/m³, pada Pos Pantau Polisi sebesar 91,7 µg/m³, dan pada *Traffic Light* Margorejo sebesar 92,2 µg/m³. Pencemaran udara oleh debu juga memiliki pengaruh buruk terhadap kesehatan seperti penyakit kardiovaskular dan penyakit pernapasan (Yadav and Satsangi, 2013).

Hasil tersebut cenderung tinggi tetapi hanya pada titik 1 yang melebihi baku mutu lingkungan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 tahun 2009 yaitu sebesar 92,5 µg/m³. Tingginya hasil pengukuran tersebut disebabkan lokasi pengukuran yang berdekatan dengan halte bis Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya dan padatnya arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Sumber pencemaran udara gas NO₂ salah satunya berasal dari sektor transportasi yaitu emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermesin diesel sebesar 2,9% bagian dari total sumber pencemaran udara (Wardhana, 2007).

Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan salah satu gas yang membahayakan kesehatan. Gas nitrogen dioksida memiliki warna merah kecokelatan dan berbau tajam menyengat hidung (Wardhana, 2004). Absorpsi gas NO₂ oleh mukosa dapat menyebabkan peradangan saluran pernapasan bagian atas dan iritasi pada mukosa mata (Mukono, 2008). Sumber utama dari emisi gas NO₂ ke atmosfer adalah melalui proses pembakaran bahan bakar fosil dari berbagai

sumber seperti generator listrik dan kendaraan bermotor (Brunekreef and Holgate, 2002). Berbagai jenis oksida nitrogen yang terdapat dalam udara, nitrogen dioksida (NO₂) merupakan gas yang paling beracun karena disebabkan NO₂ akan menembus ke dalam saluran pernapasan lebih dalam. Bagian pertama kali dari saluran pernapasan yang dipengaruhi oleh gas NO₂ adalah membran mukosa dan jaringan paru. Organ lainnya yang dapat dicapai oleh gas NO₂ dari paru yaitu melalui aliran darah (Tugaswati, 2007).

Hubungan pencemaran udara ambien dan kepadatan lalu lintas adalah memperburuk penyakit asma, penyakit paru kronik, dan iritasi saluran pernapasan (Porter and Karp, 2007).

Kelainan Status Faal Paru Pekerja Wanita Penyapu Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya

Kelainan status faal paru adalah keadaan fisiologis paru yang tidak sesuai dengan normal manusia baik menurun atau meningkat dari keadaan normal. Pemeriksaan faal paru merupakan metode untuk mengevaluasi sistem pernapasan dan kelainan yang terkait dengan riwayat penyakit yang pernah diderita pasien (Harahap dan Aryastuti, 2012) serta dapat diartikan sebagai alat bantu diagnosis seperti halnya radiogram dada dan elektrokardiogram (Price dan Wilson, 2005).

Hasil dari penelitian ini adalah mayoritas responden pekerja wanita penyapu jalan memiliki status faal paru yang tidak normal sebesar 60,0% atau sebanyak 6 orang sedangkan sisanya 40,0% atau sebanyak 4 orang memiliki status faal paru normal. Responden yang memiliki status faal paru yang tidak normal semuanya tergolong restriksi ringan.

Uji faal paru terutama berfungsi untuk membantu diagnosis dan prosedur pasien penyakit paru atau jantung, penentuan lokasi pembedahan, evaluasi kesehatan untuk kepentingan asuransi, penelitian epidemiologi terhadap bahaya suatu substansi serta prevalensi penyakit dalam komunitas.

Pada dasarnya pemeriksaan faal paru terdiri dari dua jenis yaitu pemeriksaan ventilasi dan pertukaran gas dari paru. Pemeriksaan fungsi paru ventilasi meliputi pengukuran volume paru dalam keadaan statis dan dinamis, sedangkan pemeriksaan pertukaran gas meliputi analisis dan ekspirasi gas dalam darah termasuk pengukuran PO₂, PCO₂, dan pH. Pemeriksaan faal paru

meliputi *vital capacity* (VC) yaitu nilai kapasitas vital paru yang dapat dikeluarkan dari paru setelah inspirasi maksimal, nilai ini untuk mengetahui kekuatan otot pernapasan (Ganong, 2003). Berdasarkan cara pengukurannya terdapat dua macam VC yaitu *Vital Capacity* (VC) dan *Forced Vital Capacity* (FVC). Perbedaan dari VC dan FVC adalah pada FCV subjek meniup dengan kekuatan maksimal.

Forced expiratory volume in 1 second atau FEV₁ adalah volume kapasitas vital yang dikeluarkan pada satu detik pertama melalui ekspirasi paksa (Ganong, 2003). Orang dewasa normal pada umumnya berlangsung 4–5 detik dan pada detik pertama udara yang dikeluarkan sebesar 80,0% dari total kapasitas vitalnya (VC).

Tabel 5

Distribusi Pekerja Wanita Penyapu Jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya Berdasarkan Status Faal Paru Bulan Juni 2015

Status Faal Paru	n	%
Normal	4	40,0
Tidak Normal	6	60,0

Penilaian adanya penurunan status faal paru kategori obstruksi pernapasan didasarkan atas besarnya volume pada detik pertama (Mukono, 2008). Pemeriksaan faal paru dengan menggunakan alat spirometer dilakukan dengan penderita berdiri tegak atau duduk, kemudian penderita menghisap udara semaksimal mungkin melalui *mouthpiece* yang dimasukkan ke dalam mulut dengan sekuatnya dan meniupkan secepatnya sampai semua udara keluar sebanyaknya (Harahap dan Aryastuti, 2012). *Mouthpiece* untuk pemeriksaan faal paru harus *disposable* atau sekali pemakaian (Zaen, 2015).

Spirometer dapat digunakan untuk menilai gangguan faal paru antara lain restriksi, obstruksi ataupun campuran. Restriksi adalah gangguan pengembangan paru, paru menjadi kaku sehingga menyebabkan daya tarik ke dalam lebih kuat dan dinding dada mengecil. Fase tersebut menyebabkan iga menjadi sempit dan volume paru semakin mengecil. Obstruksi merupakan gangguan saluran napas baik anatomis maupun fungsional yang dapat menyebabkan perlambatan aliran udara respirasi sehingga subjek tidak bisa menghembuskan napas yang panjang cukup mengosongkan paru ke volume residual (Miller *et al.*, 2005). Kelainan status faal paru

dapat digambarkan dengan kelainan retriksi dan obstruksi. Pemeriksaan faal paru pada pekerja wanita penyapu jalan meliputi FEV₁ dan FVC.

Forced Expiratory Volume (FEV₁) adalah volume gas yang dikeluarkan dalam satu detik melalui ekspirasi paksa sesudah inspirasi penuh.

Responden yang berusia di bawah sama dengan 40 tahun sebanyak 5 orang yang memiliki status faal paru normal sebanyak 3 orang (60,0%) sedangkan 2 orang (40,0%) memiliki status faal paru yang tidak normal. Jumlah responden yang berusia di atas 40 tahun sebanyak 5 orang dengan kelainan status faal paru sebanyak 1 orang (20,0%) sedangkan sisanya yaitu sebanyak 4 orang (80,0%) status faal parunya normal.

Seseorang dengan usia di atas 40 tahun terjadi penurunan fungsi paru secara alamiah. Pada usia tersebut kekuatan otot pernapasan akan berkurang kemampuannya sehingga menyebabkan rongga dada menjadi kaku. Penelitian Khaerani (2009), menyatakan bahwa berdasarkan analisis statistik diketahui terdapat hubungan antara usia dan keluhan gangguan pernapasan.

Responden pekerja wanita penyapu jalan yang bekerja di bawah 10 tahun, status faal parunya baik normal maupun tidak normal adalah sama besar yaitu masing-masing sebanyak 3 orang (50,0%) sedangkan pada responden dengan masa kerja lebih dari 10 tahun status faal paru yang normal hanya 1 orang (25,0%) dan sisanya yaitu 3 orang (75,0%) memiliki kelainan status faal paru yaitu restriksi ringan.

Pekerja wanita penyapu jalan yang menjadi perokok pasif yaitu sebanyak 8 orang dengan 3 orang (37,5%) memiliki status faal paru normal sedangkan 5 orang (62,5%) memiliki status faal paru yang tidak normal. Responden yang menjadi perokok pasif umumnya karena suami yang merokok ketika di rumah dan ditambah oleh pekerja pria penyapu jalan yang juga merokok ketika bekerja sehingga pekerja wanita penyapu jalan juga terpajan asap rokok baik di rumah maupun di lingkungan tempat kerja. Pada perokok pasif, asap rokok yang dihirup akan jauh lebih banyak karena mulai dinyalakan sampai asap dihembuskan perokok pasif juga menghirup asap rokok tersebut (Freemeta, 2008). Menurut Depkes RI tahun 2004 pada orang yang terpapar asap rokok akan timbul gejala perubahan klinis faal parunya dan semakin berlanjut dapat mengakibatkan penyakit paru obstruktif menahun.

Tabel 6.

Distribusi Kelainan Faal Paru berdasarkan Usia dan Masa Kerja Pekerja Wanita Penyapu Jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya Bulan Juni tahun 2015

Usia	Status faal paru					
	Normal		Tidak normal		Total	
	n	%	n	%	n	%
≤ 40 tahun	3	60,0	2	40,0	5	100,0
> 40 tahun	1	20,0	4	80,0	5	100,0

Masa Kerja	Status faal paru					
	Normal		Tidak normal		Total	
	n	%	n	%	n	%
≤ 10	3	50,0	3	50,0	5	100,0
> 10	1	25,0	3	75,0	5	100,0

Tabel 7.

Distribusi Kelainan Faal Paru berdasarkan menjadi perokok pasif dan indeks massa tubuh Pekerja Wanita Penyapu Jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya Bulan Juni tahun 2015

Perokok pasif	Status faal paru					
	Normal		Tidak normal		Total	
	n	%	n	%	n	%
Ya	3	37,5	5	62,5	8	100,0
Tidak	1	50,0	1	50,0	2	100,0

IMT (indeks massa tubuh)	Status faal paru					
	Normal		Tidak normal		Total	
	n	%	n	%	n	%
Normal	2	100,0	0	0,0	2	100,0
Tidak Normal	2	25,0	6	75,0	8	100,0

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa 2 orang atau sebesar 100,0% responden pekerja wanita penyapu jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya yang memiliki indeks massa tubuh normal juga memiliki status faal paru normal, sedangkan responden yang mempunyai indeks massa tubuh tidak normal sebagian besar juga memiliki status faal paru yang tidak normal yaitu berjumlah 6 orang (75,0%) dengan status restriksi ringan.

IMT merupakan rasio yang membandingkan berat badan (dalam kilogram) terhadap tinggi badan (meter). Indeks ini bermanfaat untuk menilai status gizi dewasa, khususnya memberikan informasi kondisi kegemukan dan obesitas (Gibson, 2005), yang tercermin dari nilai Indeks Massa Tubuh yang tinggi. Status gizi

dapat mempengaruhi perkembangan saluran pernapasan dan otot pernapasan.

Status gizi dapat mempengaruhi perkembangan saluran pernapasan dan otot pernapasan. Status gizi yang buruk juga dapat mengakibatkan sistem imun seseorang menurun sehingga mudah terkena penyakit yang menyerang fungsi paru (Almatsier, 2002). Tetapi penelitian Suryani (2005) menyatakan bahwa tidak ada hubungan antara status gizi dengan kapasitas paru.

APD masker dapat menghambat atau mengurangi jumlah pajanan zat-zat pencemar udara yang terhirup oleh pekerja, sehingga dapat pula mengurangi risiko terjadinya gangguan saluran pernapasan. Variabel penggunaan APD (masker) pada penelitian tersebut digunakan untuk mengetahui seberapa besar peran masker untuk meminimalisir pajanan polutan yang diterima oleh responden di tempat kerja. Partikel debu dan gas NO₂ yang dapat masuk ke dalam saluran pernapasan dan mencapai jaringan paru akan membahayakan kelompok rentan seperti anak-anak dan orang dewasa yang lebih tua. Kelompok usia tersebut yang memiliki penyakit pernapasan seperti emfisema dan bronkitis akan semakin parah jika menghirup gas NO₂ yang melebihi standar (U.S EPA, 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengukuran kadar debu dan kadar NO₂ yang dilakukan di tiga (3) titik Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya pada siang hari menunjukkan hasil beragam. Kadar debu pada titik ketiga dan kadar NO₂ pada titik pertama melebihi baku mutu yang telah ditetapkan sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur yaitu untuk parameter debu sebesar 0,26 mg/m³ dan parameter NO₂ sebesar 92,5 µg/ m³. Kelainan faal paru didapatkan pada beberapa pekerja wanita penyapu jalan yaitu restriksi ringan.

Bagi responden penyapu jalan untuk lebih bisa memperhatikan kondisi lingkungan dan kesehatan, memperhatikan lama waktu bekerja, mengonsumsi asupan makanan yang sehat dan bergizi, melakukan olahraga secara rutin, dan menggunakan Alat Pelindung Diri (masker) yang bersih, aman, dan nyaman untuk mengurangi polusi udara yang terhirup saat bekerja.

Bagi Dinas Perhubungan perlunya rekayasa dan pengaturan lalu lintas agar mengurangi titik kemacetan pada suatu jalan yang mengakibatkan jumlah emisi gas buang kendaraan berkumpul pada suatu lokasi tersebut dan juga perlunya pembatasan usia kendaraan operasional angkutan umum.

Bagi Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya perlunya menambah ruang terbuka hijau (RTH), pemeriksaan kesehatan secara teratur pada pekerja baik pria maupun wanita agar terjaga kondisi badan dan kesehatan yang optimal untuk meningkatkan produktivitas kerja serta perlunya pengawasan dalam penggunaan Alat pelindung diri (APD) agar digunakan secara baik dan benar sesuai fungsinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetoun, M., Marta, B., David, J., & Anna, L. 2011. Traffic Air Pollution and Other Risk Factor for Respiratory Illness in Schoolchildren in the Niger-Delta Region of Nigeria. *Journal Environmental Health Perspective*. Volume 119 Number 10.
- Almatsier, S. 2002. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Jawa Timur (BAPEDAL Jatim). 2009. *Pemantauan Kualitas Udara Ambien di Kota Surabaya*. Surabaya: Bapedal Jatim.
- Brunekreef, B. & Holgate S. Air Pollution and health. 2002. *The Lancet*. Volume 360–9341. ProQuest.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2004. Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Bagi Kesehatan. *Artikel*. <http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF>. Disitasi tanggal 10 Desember 2014.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya. (DISPENDUKCAPIL Surabaya). 2014. <http://dispendukcapil.surabaya.go.id/statistik/>. Disitasi tanggal 22 Oktober 2015.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Freemeta, N. 2008. *Perokok pasif derita penyakit lebih parah*. <http://www.jurnalbogor.com/?p=1983> disitasi 16 juli 2015
- Ganong, WF. 2003. *Fisiologi Kedokteran*. EGC. Jakarta.
- Gibson, SR. 2005. *Principles of Nutrition Assesment*. New York: Oxford University Press.
- Harahap, A. & Aryastuti, E., 2012. Uji Fungsi Paru. *CDK-192.39(4)*: 305–307.
- Khaerani, FN. 2009. Hubungan Antara Karakteristik Individu dan Penggunaan APD dengan Keluhan Gangguan Saluran Pernapasan pada Polantas. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Kozlowski, TT., and Mudd, JB. 1995. *Responses of Plant to Air Pollution*. New York: Eds., Academic Press.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.
- Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., et al. 2005. Standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26: 319–338 – VOLUME 26 NUMBER 2.
- Mukono. J. 2008. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber tak Bergerak di Jawa Timur.
- Porter, M. & Karp, M. 2007. Diesel Enriched Particulate Matter Functionally Activates Human Dendritic Cell: *A journal. American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology* Volume 37.
- Price, SA & Wilson, LM. 2005. *Patofisiologis: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit Edisi ke-6*. ECG. Jakarta.
- Sarwono, SW. 1992. *Psikologi Lingkungan*. Jakarta: Gramedia.
- SETDIJEN Perhubungan Darat Jawa Timur. 2014. *Profil dan Kinerja Transportasi Darat Provinsi Jawa Timur tahun 2014*.
- Suryani, M. 2005. Analisis faktor Risiko Paparan Debu Kayu Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Pengolahan Kayu PT. Surya Sindoro Sumbing Wood Industri Wonosobo. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Syafrianto, A. 2011. Hubungan Karakteristik Pekerja dan Pemakaian Masker dengan Keluhan Gangguan Pernapasan pada Penyemprot Herbisida (Studi di PT Gunung Sejahtera Dua Indah, Kalimantan Tengah). *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Thorpe, A., & Harrison, R. 2008. Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: *A review. Science of The Total Environment* 400, 270–282.
- Tugaswati. AT. 2007. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Automotive Air Pollution in Jakarta with Special Emphasis on Lead Particulate, and Nitrogen Dioxide. Jpn J of Health and Human Ecology*, 61: 261–75.
- United States Environmental Protection Agency. 2014. <http://www.epa.gov/ncea/isa/>. Disitasi tanggal 5 Desember 2014.
- Wardhana, WA. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset: 27-127.
- Wardhana, WA. 2007. *Dampak Pencemaran Lingkungan (edisi revisi)*. Edisi III. Yogyakarta: Andi Offset.
- Winarti, 1999. Hubungan Pencemaran Udara dengan Fungsi Paru Pedagang Wonokromo Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- World Health Organization. 2002. <http://www.who.int/gho/phe/en/>. Disitasi tanggal 22 November 2015.
- Yadav, S. & Satsangi, P.G. 2013. Characterization of Particulate Matter and Its Related Metal Toxicity In an Urban Location in South West India: *A Journal. Environ Monit Assess* Volume 185.
- Zaen. BS. 2015. Faktor Risiko Kelainan Faal Paru Pada Pekerja Wanita Penyapu Jalan di Jalan Ahmad Yani Kota Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.