

Artikel asli

ASOSIASI ANTARA POLUSI UDARA DENGAN IgE TOTAL SERUM DAN TES FAAL PARU PADA POLISI LALU LINTAS

Mukti Fahimi, Bayu Dharma S, Deasy Fetarayani, Ari Baskoro,
Gatot Soegiarto, Chairul Effendi
Bagian/SMF Ilmu Penyakit Dalam FK Unair/RS Dr Soetomo Surabaya
Email: muktifahimi@gmail.com

ABSTRACT

Ambient air pollution often associated with allergic diseases and impaired respiratory function. Total serum IgE levels was one of the diagnostic tools to establish an allergic diseases while lung function test was standard examination to establish alteration in lung function. Traffic police officers were often assigned on the highway is one of the most vulnerable population against exposure to air pollution. Aim of this study isto know the association between air pollution on total serum IgE levels and lung function in traffic police officers compared to staff police officer as control. This is an observational analysis study with cross sectional design. There were 60 police officers as a subject, divided in two groups. Thirty subjects as exposed groups and 30 subjects as control group. Air pollution was measured by Pollutant Standard Index (PSI)/ Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) method. Independent t-test and Mann-Whitney test were used to analyze differences between variabel. Spearman test was used to analyze correlation and strength between variabel. There were no significant differences in total IgE serum levels between groups ($p = 0.301$). There were significant differences in FEV_1 (%p) ($p = 0.015$), FVC (%p) ($p = 0.000$) and spirometry result ($p = 0.001$). There was no significant difference in FEV_1 /FVC ratio ($p = 0.573$). There were negative weak association between air pollution and FEV_1 (%p) ($r = -0.298$; $p = 0.021$) and between air pollution and spirometry result ($r = -0.380$; $p = 0.003$). There was negative moderate association between air pollution and FVC (%p) ($r = -0.409$; $p = 0.001$). There was no association between air pollution and FEV_1 /FVC ratio ($r = 0.058$; $p = 0.662$). There was significant association between air pollution and impaired respiratory function but there was no association between air pollution and total serum IgE levels.

Keywords: Air pollution, PSI, traffic police officer, total serum IgE, lung function

PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu dari permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh daerah perkotaan. Kualitas udara perkotaan di Indonesia menunjukkan kecenderungan menurun dalam dekade terakhir. Sumber polutan udara utama di kota besar adalah transportasi dan industri. Zat-zat pencemar udara yang paling sering dijumpai adalah karbon monooksida, PM_{10} (*Particulate Matter*), SO_x , NO_x dan ozon. Polutan udara dapat memasuki saluran pernafasan dalam bentuk *volatile*

gases (misalnya karbon monoksida, ozon, dan benzene), *liquid droplets* (misalnya asam sulfat dan oksida nitrogen) dan *particulate matter* (misalnya *Diesel Exhaust Particle/DEP* dan hidrokarbon poliaromatik).¹

Saat ini penyakit alergi menjadi masalah kesehatan di seluruh dunia baik di negara berkembang maupun negara industri. Pada beberapa dekade terakhir, para klinisi dihadapkan pada kenyataan tentang terjadinya peningkatan insiden atopi dan penyakit alergi. Faktor yang mendasari fenomena

tersebut sangat kompleks dan ternyata peningkatan tersebut paralel dengan peningkatan industrialisasi dan urbanisasi di berbagai belahan dunia terutama di negara berkembang yang mengalami polusi berat, termasuk polusi udara, sehingga menyebabkan gangguan kesehatan.^{2,3}

Beberapa penyakit yang terkait dengan polusiudara antara lain penyakit kardiovaskular, asma, alergi, kelainan imunologi, dan kanker. Penyakit pernafasan sendiri dapat menyebabkan gangguan kesehatan mulai dari gangguan pernafasan ringan sampai timbulnya kematian yang berdampak pada kehidupan sosial maupun ekonomi.^{2,4}

Secara prinsip ada 3 faktor penting yang melandasi terjadinya penyakit alergi, yaitu genetik, paparan alergen dan berbagai macam faktor lingkungan (virus, *atypical bacteria*, polutan, dll). Penyakit alergi yang merupakan reaksi hipersensitifitas tipe I dapat menimbulkan berbagai macam manifestasi klinis, tergantung pada organ sasaran yang terlibat (asma, rinitis alergi, dermatitis, dan sebagainya).⁵

BAHAN DAN CARA

Pada penelitian ini dibagi dalam 2 kelompok, kelompok pertama adalah kelompok terpapar polusi udara (yaitu polisi lalu lintas yang bertugas di lapangan) sedangkan kelompok kedua adalah kelompok kontrol (yaitu polisi administrasi yang bekerja di dalam ruangan). Besar sampel masing-masing kelompok sebanyak 30 orang dengan totalsampel sebanyak 60 orang. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian analitik observasional dengan desain *cross sectional*. Pengambilan sampel polantas dilakukan dengan cara *cluster random sampling* dimana anggota polantas di jajaran Polrestabes Surabaya terbagi dalam 5 kelompok sesuai dengan pos terakhir saat subyek bertugas, yaitu pos lantasi di Surabaya Utara, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya

Barat dan Surabaya Tengah. Pada masing-masing kelompok tersebut dipilih secara acak enam orang subyek.

Pengambilan sampel polisi staf juga dilakukan dengan cara *cluster random sampling* dimana anggota polisi staf (anggota polisi administratif yang bertugas di dalam ruangan) dibagi dalam 5 kelompok sesuai satuan fungsional masing-masing anggota, yaitu bina mitra, koperasi, tata usaha, kesehatan dan provost. Pada masing-masing kelompok tersebut juga dipilih secara acak enam orang subyek. Pemilihan subyek secara acak dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 17.0.

Penderita memenuhi kriteria inklusi sebagai sampel bila: 1). Anggota polisi berusia 20 – 58 tahun; 2). Anggota polisi lalu lintas dan polisi staf laki-laki yang bertugas minimal 3 tahun; 3). Bersedia untuk mengikuti penelitian ini dengan menandatangani lembar persetujuan. Penderita yang memenuhi kriteria eksklusi tidak dapat dimasukkan sebagai sampel apabila: 1). Mempunyai riwayat penyakit kronis yang mengganggu fungsi pernafasan, misalnya asma, tuberkulosa paru, tumor paru, penyakit paru obstruktif menahun dan bronkitiskronis; 2). Merokok, 3). Anamnesis dan pemeriksaan fisik dicurigai menderita penyakit yang dapat meningkatkan kadar IgE total serum selain oleh karena faktor polutan, misalnya riwayat alergi atopi, beberapa kondisi imunodefisiensi (misalnya infeksi HIV, sindrom Hyper-IgE, Sindrom Wiskott-Aldrich), infestasi cacing, aspergilosis bronkopulmoner, dan beberapa jenis neoplasia (misalnya limfoma).

HASIL

Menggunakan tabel distribusi frekuensi untuk menggambarkan karakteristik subyek. Normalitas distribusi data sampel besar (> 50) diuji dengan tes Kolmogorov-Smirnov. Analisis perbedaan

karakteristik responden antara kelompok terpapar dan kelompok kontrol pada data numerik dihitung dengan uji t tidak berpasangan pada distribusi data yang normal dan uji Mann-Whitney pada distribusi data yang tidak normal. Analisis perbedaan karakteristik responden antara kelompok terpapar dengan kelompok kontrol pada data kategorik dihitung dengan uji Chi-Square dan uji Fisher (jika tidak memenuhi syarat uji Chi-Square). Analisis hubungan dan kekuatan antar variabel skala data dilakukan dengan uji Spearman. Nilai $p < 0,05$ dipertimbangkan sebagai hasil yang signifikan. Pengolahan data dan analisis statistik menggunakan program SPSS versi 17.0.

Karakteristik subyek penelitian masing-masing kelompok terdapat pada Tabel 1. Rerata umur pada kelompok terpapar adalah $42,67 \pm 9,93$ tahun sedangkan rerata umur pada kelompok kontrol adalah $41,07 \pm 8,28$ tahun. Rerata *Body Mass Index* (BMI) pada kelompok terpapar adalah $25,95 \pm 2,83$ kg/m^2 sedangkan rerata BMI pada kelompok polisi staf adalah $25,00 \pm 2,67$ kg/m^2 . Pada kelompok terpapar dari total 30 responden, 25 (83,3%) responden selalu menggunakan masker dalam bertugas dan 5 (16,7%) responden hanya kadang-kadang menggunakan masker selama bertugas. Pada kelompok kontrol 30 (100%) responden tidak menggunakan masker dalam bertugas.

Dari hasil penelitian didapatkan rerata tingkat polusi udara pada lokasi kerja masing-masing kelompok yang dihitung dengan menggunakan

parameter Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Pada kelompok terpapar terdapat 5 lokasi pengukuran polusi udara yang mewakili wilayah Surabaya, yaitu di wilayah Surabaya Utara, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya Barat, dan Surabaya Tengah. Pada kelompok polisi staf diukur kualitas udara dalam ruangan di dalam gedung Polrestabes Surabaya. Lokasi pengukuran masing-masing kelompok terdapat pada Tabel 2. Nilai ISPU untuk wilayah Surabaya Utara adalah 67,38; wilayah Surabaya Timur adalah 69,88; wilayah Surabaya Selatan adalah 69,67; wilayah Surabaya Barat adalah 64,94 dan wilayah Surabaya Tengah adalah 64,97. Lima wilayah tersebut mempunyai kategori ISPU yang sama yaitu kategori sedang. Tingkat polusi udara pada kelompok polisi staf mempunyai nilai ISPU 21,00 yang termasuk dalam kategori baik.

Pada penelitian ini, setelah dilakukan uji normalitas data variabel IgE total serum didapatkan nilai $p = 0,000$. Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi data tidak normal. Nilai median kadar IgE total serum pada kelompok terpapar adalah 34,75 IU/ml dengan nilai minimal adalah 13,59 IU/ml dan nilai maksimal adalah 171,36 IU/ml. Pada kelompok kontrol didapatkan nilai median kadar IgE total serum adalah 50,29 IU/ml dengan nilai minimal adalah 7,44 IU/ml dan nilai maksimal adalah 136,79 IU/ml. (Tabel 3)

Rerata FEV_1 (%p) pada kelompok terpapar adalah $82,33 \pm 14,20\%$ dengan nilai minimal adalah 62% dan nilai maksimal adalah 119%. Pada

Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian

| Karakteristik | Kategori | Kelompok | | Komparasi | Keterangan |
|-------------------------|----------|------------------|------------------|-------------------|------------|
| | | Terpapar | Kontrol | | |
| Umur (tahun) | | $42,67 \pm 9,93$ | $41,07 \pm 8,28$ | $p = 0,501$ | NS |
| BMI (kg/m^2) | | $25,95 \pm 2,83$ | $25,00 \pm 2,67$ | $p = 0,179$ | NS |
| Penggunaan Masker | Ya | 25 (83,3%) | 0 (0,0%) | Exact $p = 0,000$ | S |
| | Kadang | 5 (16,7%) | 0 (0,0%) | | |
| | Tidak | 0 (0,0%) | 30 (100,0%) | | |

Tabel 2. Tingkat polusi udara di lokasi bekerja subyek penelitian

| Kelompok | Lokasi | ISPU | | Mann-Whitney test |
|----------|-------------------------------------|-------|----------|-------------------------|
| | | Nilai | Kategori | |
| Terpapar | Surabaya Utara | 67,38 | Sedang | Z = -7,132 p = 0,000 |
| | Surabaya Timur | 69,88 | Sedang | |
| | Surabaya Selatan | 69,67 | Sedang | |
| | Surabaya Barat | 64,94 | Sedang | |
| | Surabaya Tengah | 64,97 | Sedang | |
| | Rerata | 67,37 | Sedang | |
| Kontrol | Dalam gedung Mapolrestabes Surabaya | 21,00 | Baik | |

Tabel 3. Kadar IgE total serum pada kelompok terpapar dan kelompok kontrol

| Kelompok | N | IgE (IU/ml) | | | Mann Whitney test |
|----------|----|-------------|-------|--------|-------------------------|
| | | Median | Min | Maks | |
| Terpapar | 30 | 34,75 | 13,59 | 171,59 | Z = -1,035 p = 0,301 |
| Kontrol | 30 | 50,29 | 7,44 | 136,79 | |

Tabel 4. Nilai FEV₁ (%p) pada kelompok terpapar dan kelompok kontrol

| Kelompok | N | FEV ₁ (%p) | | | | T test |
|----------|----|-----------------------|-------|-----|------|-------------------------|
| | | \bar{x} | SD | Min | Maks | |
| Terpapar | 30 | 82,33 | 14,20 | 62 | 119 | t = -2,500 p = 0,015 |
| Kontrol | 30 | 90,90 | 12,28 | 57 | 111 | |

Tabel 5. Nilai FVC (%p) pada kelompok terpapar dan kelompok kontrol

| Kelompok | N | FVC (%p) | | | | T test |
|----------|----|-----------|-------|-----|------|-------------------------|
| | | \bar{x} | SD | Min | Maks | |
| Terpapar | 30 | 74,40 | 11,04 | 58 | 99 | t = -4,474 p = 0,000 |
| Kontrol | 30 | 85,50 | 10,11 | 60 | 103 | |

kelompok kontrol didapatkan rerata FEV₁ (%p) adalah $90,90 \pm 12,28$ % dengan nilai minimal adalah 57% dan nilai maksimal adalah 111%. (Tabel 4)

Rerata FVC (%p) pada kelompok terpapar adalah $74,40 \pm 11,04$ % dengan nilai minimal adalah 58% dan nilai maksimal adalah 99%. Pada kelompok kontrol didapatkan rerata FVC (%p) adalah $85,50 \pm 10,11$ % dengan nilai minimal adalah 60% dan nilai maksimal adalah 103 %. Setelah dilakukan uji

normalitas data variabel FVC (%p) didapatkan nilai p = 0,064. Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi data normal. (Tabel 5)

Rerata rasio FEV₁/FVC pada kelompok terpapar adalah $88,23 \pm 10,58$ dengan nilai minimal adalah 73,70 dan nilai maksimal adalah 100,20. Pada kelompok kontrol didapatkan rerata rasio FEV₁/FVC adalah $86,40 \pm 8,11$ dengan nilai minimal adalah 72,79 dan nilai maksimal adalah 100,10. (Tabel 6)

Tabel 6. Nilai rasio FEV₁/FVC pada kelompok terpapar dan kelompok kontrol

| Kelompok | N | Rasio FEV ₁ /FVC | | | | T test |
|----------|----|-----------------------------|------|-------|--------|-----------|
| | | \bar{x} | SD | Min | Maks | |
| Terpapar | 30 | 89,47 | 5,47 | 73,70 | 100,20 | t = 0,858 |
| Kontrol | 30 | 88,22 | 5,76 | 72,70 | 100,10 | p = 0,395 |

Tabel 7. Hasil spirometri pada kelompok terpapar dan kontrol

| Faal Paru | Kelompok | | Total |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Terpapar | Kontrol | |
| Normal | 10 (33,3%) | 24 (80,0%) | 34 (56,7%) |
| Restriksi ringan | 10 (33,3%) | 5 (16,7%) | 15 (25,0%) |
| Restriksi sedang | 8 (26,7%) | 1 (3,3%) | 9 (15,0%) |
| Restriksi berat | 2 (6,7%) | 0 (0,0%) | 2 (3,3%) |
| Obstruksi ringan | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) |
| Obstruksi sedang | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) |
| Obstruksi berat | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) |
| Campuran | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) | 0 (0,0%) |
| Total | 30 (100,0%) | 30 (100,0%) | 60 (100,0%) |

Tabel 8. Asosiasi antara polusi udara dengan kadar IgE total serum dan faal paru

| Variabel | Koefisien korelasi | Signifikansi | Keterangan |
|---|--------------------|--------------|------------|
| ISPU – IgE total serum | r = -0,080 | p = 0,544 | NS |
| ISPU – FEV ₁ (%p) | r = -0,298 | p = 0,021 | S |
| ISPU – FVC (%p) | r = -0,409 | p = 0,001 | S |
| ISPU – Rasio FEV ₁ /FVC | r = 0,058 | p = 0,662 | NS |
| ISPU – Hasil spirometri | r = -0,380 | p = 0,003 | S |
| IgE total serum – FEV ₁ (%p) | r = 0,047 | p = 0,723 | NS |
| IgE total serum – FVC (%p) | r = 0,042 | p = 0,750 | NS |
| IgE total serum – Rasio FEV ₁ /FVC | r = -0,004 | p = 0,974 | NS |
| IgE total serum – Hasil spirometri | r = 0,142 | p = 0,279 | NS |

Keterangan: r: koefisien korelasi antar variabel; S: signifikan (p < 0,05); NS: non signifikan (p > 0,05),

Pada kelompok terpapar didapatkan 10 (33,3%) responden dengan hasil spirometri normal, 10 (33,3%) mengalami restriksi ringan, 8 (26,7%) mengalami restriksi sedang, 2 (6,7%) mengalami restriksi berat dan tidak ada yang mengalami kelainan obstruksi maupun campuran. Pada kelompok kontrol didapatkan 24 (80,0%) responden dengan

hasil spirometri normal, 5 (16,7%) responden mengalami restriksi ringan, 1 (3,3%) responden mengalami restriksi sedang dan tidak ada yang mengalami mengalami kelainan restriksi berat, obstruksi maupun campuran. (Tabel 7)

Ada asosiasi negatif lemah antara polusi udara dengan faal paru (parameter FEV₁ (%p) (r =

-0,298; $p = 0,021$) dan polusi udara dengan hasil spirometri ($r = -0,380$; $p = 0,003$). Ada asosiasi negatif sedang antara polusi udara dengan faal paru (parameter FVC (%p) ($r = -0,409$; $p = 0,001$). Tidak ada asosiasi signifikan antara polusi udara dengan faal paru (parameter rasio FEV_1/FVC ($r = 0,058$; $p = 0,662$).

Tidak ada asosiasi signifikan antara IgE total serum dengan faal paru (parameter FEV_1 (%p) $r = 0,047$; $p = 0,723$; parameter FVC (%p) $r = 0,042$; $p = 0,750$; parameter rasio FEV_1/FVC $r = -0,004$; $p = 0,974$; parameter hasil spirometri $r = 0,142$; $p = 0,279$).

DISKUSI

Masalah kesehatan akibat polusi udara telah menjadi topik yang sering dibahas pada beberapa dekade terakhir. Beberapa penelitian baik yang bersifat jangka pendek maupun jangka panjang telah dilakukan terkait masalah tersebut.⁵ Beberapa karakteristik subyek dari beberapa penelitian yang sudah ada antara lain kelompok usia, BMI, jenis kelamin, penggunaan masker, lokasi penelitian, faal paru, penyakit yang diderita sebelumnya dan jumlah subyek penelitian.⁶⁻⁸

Rerata umur pada kelompok terpapar adalah $42,67 \pm 9,93$ tahun sedangkan rerata umur pada kelompok kontrol adalah $41,07 \pm 8,28$ tahun. Rerata umur pada penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Sandra⁹ yang meneliti efek polusi udara pada polantas, dari 21 orang Polantas dan 21 orang polisi staf, rerata umur pada kelompok Polantas adalah $33,95 \pm 8,96$ sedangkan pada kelompok polisi staf adalah $33,76 \pm 6,17$ tahun.

Penelitian lain oleh Rage, dkk.¹⁰ yang meneliti kadar IgE total serum pada pasien asma dewasa terkait polusi udara lingkungan mendapatkan rerata umur $37,2 \pm 13,2$ tahun. Pada penelitian ini tidak dianalisis mengenai hubungan lama kerja polantas di lapangan dengan faal paru.

Pada kelompok terpapar dari total 30 responden, 25 (83,3%) responden selalu menggunakan masker dalam bertugas dan 5 (16,7%) responden hanya kadang-kadang menggunakan masker selama bertugas.

Penelitian yang dilakukan oleh Sandra⁹ juga mendapatkan hasil bahwa dari 21 orang Polantas, 1 orang (4,7%) tidak pernah menggunakan masker selama bertugas, 8 orang (38,2%) kadang-kadang saja menggunakan masker dan 12 orang (57,1%) selalu menggunakan masker selama bertugas.

Penelitian yang dilakukan oleh Linares, dkk.⁸ tentang efek polusi udara terhadap faal paru dan gangguan pernafasan pada anak-anak, mempunyai rerata BMI yang lebih rendah yaitu $19,1 \pm 3,7$ kg/m². Perbedaan rerata BMI ini karena Linares memakai responden anak-anak dengan rerata umur $9,2 \pm 1,5$ tahun.

Nilai ISPU wilayah Surabaya utara adalah 67,38; wilayah Surabaya Timur adalah 69,88; wilayah Surabaya Selatan adalah 69,67; wilayah Surabaya barat adalah 64,94 dan wilayah Surabaya Tengah adalah 64,97. Lima wilayah tersebut mempunyai kategori ISPU yang sama yaitu kategori sedang. Tingkat polusi udara pada kelompok polisi staf mempunyai nilai ISPU 21,00 yang termasuk dalam kategori baik.

Perbedaan tingkat polusi udara pada lingkungan kerja kelompok terpapar dan lingkungan kerja kelompok kontrol telah dianalisis dengan uji Mann-Whitney ($p = 0,000$). Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara polusi udara di dalam ruangan Polrestabes dengan di luar ruangan.

Penelitian yang dilakukan oleh Gauderman, dkk.⁷ mengenai efek polusi udara di jalan raya terkait fungsi pernafasan mendapatkan kesimpulan bahwa semakin dekat tempat tinggal dengan jalan raya maka semakin besar juga polusi udara yang terjadi dan semakin berat juga gangguan pernafasan yang dialami oleh subyek penelitian.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Nowak, dkk.¹¹ juga mendapatkan hasil bahwa tingkat pencemaran udara di tengah kota yang padat dengan kendaraan lebih besar dari pada di pinggiran kota.

Schaffler⁶ juga meneliti bahwa tingkat pencemaran udara di daerah industri lebih besar daripada daerah non industri dan mendapatkan kesimpulan bahwa anak-anak yang bertempat tinggal di daerah industri ternyata mengalami gangguan pernafasan dibanding anak-anak yang tinggal di daerah non industri.

Penelitian yang dilakukan pada suatu ruangan tertutup memang dapat menerangkan mekanisme respon individu terhadap polusi udara namun mekanisme tersebut relatif sukar untuk dapat dibuktikan jika penelitian dilakukan di ruang terbuka dengan berbagai macam variasi lingkungan dan paparan polusi udara secara alami.

Pada penelitian ini didapatkan nilai median kadar IgE total serum pada kelompok terpapar adalah 34,75 IU/ml dengan nilai minimal adalah 13,59 IU/ml dan nilai maksimal adalah 171,36 IU/ml. Pada kelompok kontrol didapatkan nilai median kadar IgE total serum adalah 50,29 IU/ml dengan nilai minimal adalah 7,44 IU/ml dan nilai maksimal adalah 136,79 IU/ml. Uji Mann-Whitney dilakukan untuk mengetahui perbedaan kadar IgE total serum responden. Hasil uji menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar IgE total serum responden antara kedua kelompok ($p = 0,301$).

Schaffler, dkk.⁶ juga mendapatkan hasil IgE total serum yang tidak bermakna pada kelompok responden yang hidup di kota kecil ($68,6 \pm 74,3$ IU/ml) dibandingkan dengan yang hidup di kota industri ($74,2 \pm 56,4$) dengan nilai $p = 0,855$.

Penelitian tentang efek polusi udara lingkungan terhadap keluhan pernafasan dan fungsi paru pada anak-anak yang dilakukan oleh Boezen, dkk.¹² juga mendapatkan bahwa responden yang mempunyai kadar IgE total serum yang tidak

meningkat (kurang dari 60 IU/ml) sebesar 57,37%. Hasil dari penelitian Boezen tersebut menunjukkan bahwa polusi udara tidak berpengaruh secara langsung terhadap peningkatan IgE total serum. Hal ini bisa disebabkan karena selain faktor lingkungan atau polusi udara ada faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kadar IgE total serum antara lain faktor genetik dan paparan terhadap alergen.^{13,14}

Penelitian yang mirip dilakukan oleh Nowak, dkk.¹¹ di Negara Jerman yaitu di kota Erfurt dan Hamburg. Erfurt merupakan kota industri dimana kadar gas polutan yaitu SO_2 dan *particulate matter* di Erfurt menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada di Hamburg. Ternyata justru kadar IgE pada penduduk dewasa di kota Hamburg lebih tinggi daripada di Erfurt ($p = < 0,05$). Hasil FEV_1 (%p) penduduk di Hamburg lebih rendah dari pada di Erfurt ($p \leq 0,0001$). Hasil penelitian tersebut mendukung hipotesis bahwa faktor genetik dan paparan terhadap alergen lebih mempunyai pengaruh terhadap kadar IgE serum daripada paparan terhadap SO_2 dan *particulate matter*.¹⁴

Pada penelitian ini didapatkan hasil pemeriksaan faal paru yang terdiri dari FEV_1 (%p), FVC (%p), rasio FEV_1/FVC dan hasil spirometri. Hasil pemeriksaan FEV_1 (%p) ($p = 0,015$), FVC (%p) ($p = 0,000$) dan hasil spirometri ($p = 0,001$) menunjukkan hasil yang berbeda secara bermakna antara kelompok terpapar dan kelompok kontrol sedangkan hasil rasio FEV_1/FVC ($p = 0,395$) tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok tersebut.

Hasil kesimpulan spirometri menunjukkan tipe kelainan restriksi. Kelainan restriksi menggambarkan adanya gangguan pengembangan paru akibat adanya hambatan elastisitas paru. Hal tersebut bisa disebabkan polutan udara terutama partikel debu yang masuk terakumulasi dan menyebabkan terjadinya jaringan fibrosis pada dinding alveolus sehingga dinding alveolus tidak dapat mengembang dengan sempurna.¹⁵

Penelitian sejenis oleh Linares, dkk.⁸ mengenai perubahan fungsi paru akibat polusi udara lingkungan pada anak-anak menunjukkan bahwa terjadi perubahan fungsi paru yang signifikan pada kelompok anak yang bersekolah di daerah yang terpapar polusi dibandingkan pada daerah yang tidak terpapar polusi ($p = 0,02$).

Dari hasil penelitian ini ternyata tidak ada asosiasi antara polusi udara dengan kadar IgE total serum ($r = -0,080$; $p = 0,544$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar IgE total serum tidak hanya ditentukan oleh faktor polusi udara semata, melainkan juga disebabkan oleh faktor lain misalnya genetik dan paparan alergen khususnya saat usia muda.^{2,4}

Penelitian lain oleh Rage, dkk.¹⁰ menunjukkan hasil yang berbeda dimana konsentrasi gas pencemar udara yaitu O_3 dan NO_2 mempunyai korelasi kuat positif dengan kadar IgE total serum ($r = 0,97$; $p = 0,001$). Namun Rage dkk. mengambil subyek penelitian pasien asma.

Beberapa parameter pemeriksaan faal paru menunjukkan adanya asosiasi antara polusi udara dengan hasil faal paru subyek penelitian, yaitu FEV_1 (%p) ($r = -0,298$; $p = 0,021$), FVC (%p) ($r = -0,409$; $p = 0,001$) dan hasil spirometri ($r = -0,380$; $p = 0,003$). Tidak ada asosiasi antara ISPU dengan rasio FEV_1/FVC ($r = 0,058$; $p = 0,662$).

Hasil ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini, polusi udara yang diukur dengan menggunakan ISPU ternyata menyebabkan gangguan faal paru kelompok terpapar. Semakin tinggi angka ISPU maka semakin rendah pula hasil faal paru. Hasil penelitian ini mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh Sandra, Gauderman dan Linares yang menunjukkan adanya hubungan antara polusi udara dengan hasil tes faal paru.⁷⁻⁹

KESIMPULAN

Tidak ada asosiasi antara polusi dengan kadar IgE total serum. Tidak ada asosiasi antara

kadar IgE total serum dengan faal paru. Ada asosiasi negatif lemah antara polusi udara dengan faal paru (parameter FEV_1 (%p)). Ada asosiasi negatif sedang antara polusi udara dengan faal paru (parameter FVC (%p)). Tidak ada asosiasi antara polusi udara dengan faal paru (parameter rasio FEV_1/FVC).

DAFTAR RUJUKAN

1. Romieu I, Castro-Giner F, Kunzli N. Air pollution, oxidative stress, and dietary supplementation. *Eur Respir J* 2008;3: 179-96.
2. Pawankar R, Canonica R, Holgate S. Allergic diseases as a global public health issue. In: WAO white book on allergy. Available from: www.worldallergy.org/UserFiles/WAO-White-Book-on-Allergy_web.pdf. Accessed on: 12th July 2011.
3. Ebtekar M. Air pollution induced asthma and alterations in cytokine patterns. *Iran J Allergy Asthma Immunol* 2006;5(2):47-56.
4. Jerrett M, Finkelstein MF, Brook JR. A cohort study of traffic-related air pollution and mortality in Toronto, Ontario, Canada. *Envir Health Perspective* 2009;117:772-7.
5. Baskoro A and Konthen PG. Epithelium dysfunction in asthma. Proceedings of the 11th Bandung scientific meeting of Indonesia society of allergy immunology; 2008, Bandung, Indonesia.
6. Schaffler K, Marth E, Kleinhappl B. Total serum IgE concentration of children from air-polluted regions. *Toxicology* 1996;88: 161-4.
7. Gauderman WJ, Vora H, McConnel R. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *The Lancet* 2007;369:571-7.
8. Linares B, Guizar JM, Amador N, Garcia A, Miranda V. Impact of air pollution on

- pulmonary function and respiratory symptoms in children. *BMC Pulmonary Med* 2010;10: 1-9.
9. Sandra C. Pengaruh penurunan kualitas udara terhadap fungsi paru dan keluhan pernafasan pada polisi lalu lintas polwiltabes Surabaya. Tesis, Universitas Airlangga, Surabaya 2008; 35-61.
 10. Rage E, Jacquemin B, Nadif R. Total serum IgE levels are associated with ozone concentration in asthmatic adults. *Allergy* 2009;64:40-6.
 11. Nowak D, Heinrich J, Jorres R. Prevalence of respiratory symptoms, bronchial hyperresponsiveness and atopy among adults: West and East Germany. *Eur Respir J* 1996; 9:2541-52.
 12. Boezen HM, Van der Zee SC, Postma DS, Vonk JM, Gerritsen J, Hoek G. Effects of lingkungan air pollution on upper and lower respiratory symptoms and peak expiratory flow in children. *The Lancet* 1999;353:874-8.
 13. Gotschi T, Sunyer J, Chinn S. Air pollution and lung function in the European community respiratory health survey. *International J of Epid* 2008;37:1349-58.
 14. Baratawidjaja K dan Rengganis I. *Imunologi dasar*. Dalam: *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Edisi IV*. Jakarta 2009;367-76.
 15. Pierce R. The measurement and interpretation of ventilatory function in clinical practice. In: John DP, editors. *Pocket guide to spirometry*. 3rd ed. Australia: McGraw-Hill; 2004.p.5-18.