

PENILAIAN POLUSI UDARA

PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan bahan kajian penting bagi seorang dokter spesialis paru. Pengetahuan tentang hal-hal yang berhubungan dengan polusi udara termasuk penilaian berat ringannya polusi perlu dikuasai dengan baik agar dapat melakukan pembahasan mendalam tentang dampak polusi udara pada kesehatan paru. Salah satu paparan polusi udara yang hebat adalah ketika terjadi kebakaran hutan antara Juli sampai Oktober tahun 1977 di Kalimantan dan Sumatera dan beberapa tempat lain di negara kita

Pihak *World Wildlife Fund (WWF)* di awal Juni 1998 menyampaikan bahwa seluruh kerugian akibat kebakaran hutan tahun 1977 di Indonesia adalah tidak kurang dari 4,4 milyar dolar Amerika Serikat. *World Health Organization (WHO)* memperkirakan sekitar 20 juta orang di Indonesia telah terpapar asap kebakaran hutan itu dengan berbagai gangguan di paru dan pernapasan. Bulan September 1977 tercatat sebagai waktu dimana kadar partikulat di udara bahkan –di sementara tempat di kawasan Asia Tenggara- dilaporkan meningkat sampai 15 kali dari nilai normal (1).

Kebakaran hutan yang lalu itu menimbulkan asap biomassa, yang mengandung sejumlah besar bahan kimia yang dapat mengganggu kesehatan. Bahan ini meliputi partikulat dan komponen gas, seperti karbon monoksida, formaldehid, akrolein, benzen, nitrogen dioksida dan ozon. Semua bahan tersebut dapat menimbulkan akibat merugikan bagi kesehatan, dan dampak utama adalah yang ditimbulkan oleh berbagai jenis partikulat di udara. Dalam hal asap kebakaran hutan ini, maka partikulat yang berukuran kecil yang paling berperan, yaitu yang dikenal sebagai PM 10, PM 2,5 dan PM 1,0, atau "particulate matter" yang kurang dari 10 mikron, 2,5 mikron dan 1 mikron. Secara umum dapat disampaikan bahwa peningkatan kadar PM 10 di udara dihubungkan dengan :

- peningkatan berbagai keluhan respiratorik
- peningkatan kunjungan ke instalasi gawat darurat
- peningkatan kunjungan rawat inap dan mungkin juga kematian
- eksaserbasi akut dari asma bronkial dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)
- penurunan faal paru

Tulisan ini akan membahas penilaian polusi udara secara umum, faktor yang berpengaruh, cara penilaian, satuan yang dipakai dan hal lain yang terkait dengannya. Data-data yang disajikan tentang hal ini banyak dikutip dari berbagai makalah yang dipresentasikan pada WHO Biregional Workshop on Health Impact of Haze Related Air Pollution di Kuala Lumpur, Juni 1998.

POLUSI UDARA DALAM RUANGAN

Polusi udara terdiri dari partikel dan berbagai gas, dan dapat berasal dari berbagai sumber. Polusi udara sendiri tentunya dapat terjadi di luar maupun di dalam ruangan (*outdoor & indoor*). Sebelum melanjutkan pembicaraan tentang penilaian polusi udara, akan disampaikan informasi WHO tentang polusi udara dalam ruangan. Polusi udara dalam ruangan dapat benar-benar berbahaya karena sumbernya berdekatan dengan manusia secara langsung. Di negara-negara berkembang, masalah polusi udara dalam ruangan yang penting adalah polusi dalam rumah, dimana ada yang memasak dan atau membakar kayu untuk pemanasan tanpa cerobong asap yang memadai. Polutan udara lain yang berdampak buruk pada kesehatan adalah ozon (O₃), radiasi pengion dan asap rokok sampingan (ARS) (*environmental tobacco smoke - ETS*). ARS ini makin meningkat dari waktu ke waktu, dan dapat meningkatkan kematian akibat kanker paru sampai 20 - 30% lebih tinggi (2,3).

WHO (*World Health Organization*) memperkirakan bahwa setiap tahunnya ada sekitar 3 juta kematian akibat polusi udara, 2,8 juta di antaranya akibat polusi udara dalam ruangan serta 0,2 juta lainnya akibat polusi udara luar ruangan. Tabel 1 berikut ini menyajikan kontribusi negara maju dan negara berkembang dalam mortalitas akibat polusi udara dalam ruangan, sedangkan tabel 2 untuk data yang luar ruangan. Tampak bahwa sebagian besar kematian memang terjadi di negara-negara berkembang. Khusus untuk polusi udara dalam ruangan, di negara berkembang lebih sering terjadi di daerah rural, sementara di negara maju hal ini lebih sering terjadi di daerah urban dari negara maju tersebut.

Tabel 1. Kematian di dunia akibat polusi udara dalam ruangan
(jumlah kematian 2,8 juta / tahun)

Jenis	Persentase
Negara berkembang (rural)	67 %
Negara berkembang (urban)	23%
Negara maju (rural)	1%
Negara maju (urban)	9 %

Dikutip dari (2)

Tabel 2. Kematian akibat polusi udara di luar ruangan
(jumlah kematian 0,2 juta/ tahun)

Jenis	Persentase
Negara berkembang (urban)	93%
Negara maju (urban)	7%

Dikutip dari (2)

EPIDEMIOLOGI POLUSI UDARA

Dalam menilai dampak polusi udara akibat kebakaran hutan maka perlu dilakukan suatu kegiatan epidemiologi polusi udara. Prinsip dasarnya adalah sama dengan kegiatan riset epidemiologi pada umumnya, hanya saja perlu dijabarkan secara jelas bagaimana paparan didefinisikan serta

bagaimana menyingkirkan faktor penyerta (*confounding factors*) dalam menilai dampak polusi udara bagi kesehatan. Secara umum, Tord Kjellstrom (1998) (4) menyampaikan lima desain studi epidemiologik polusi udara yaitu :

1. studi ekologi
2. studi "time-series"
3. studi panel
4. studi kohort
5. studi kasus kelola

Dua desain studi yang pertama akan dapat menilai paparan serta dampaknya pada tingkat kelompok (analisis ekologikal), sementara tiga desain lainnya akan menilai pada tingkat individual yang tentunya datanya menjadi lebih sulit untuk didapat serta lebih mahal biayanya. Studi ekologik adalah suatu cara yang membandingkan dampak kesehatan pada berbagai daerah dengan berbagai tingkat paparan polusi udara. Keuntungan cara ini adalah karena kita dapat menggunakan data rutin yang ada, dapat mencakup populasi yang luas serta analisis statistik yang relatif lebih sederhana. Sementara itu studi "time-series" mengukur dampak kesehatan pada satu populasi tertentu yang dihubungkan dengan kadar polusi udara pada berbagai waktu. Keuntungan cara ini, karena populasinya satu, maka faktor penyerta jadi lebih dapat dikontrol, selain itu juga dapat menggunakan data rutin serta kekuatan statistik dapat saja tinggi bila observasi dilakukan untuk waktu yang cukup lama. Kerugiannya adalah cukup rumitnya metode statistik yang harus digunakan serta sulitnya interpretasi dari variasi waktu yang ada.

Desain ke tiga yang dapat dipakai adalah studi panel dimana dilakukan pengumpulan data secara prospektif untuk jangka waktu yang singkat. Keuntungannya adalah dapat mengukur dampak individual dan perubahan yang terjadi dalam jangka waktu yang pendek, sementara kelemahannya adalah kemungkinan "bias" karena data didapat dari laporan masing-masing subyek (*self reporting*) serta analisis statistik yang cukup rumit. Cara ke empat adalah studi kohort yang mengukur paparan dan dampak yang terjadi pada individu yang diikuti selama beberapa waktu tertentu, Keuntungan studi kohort adalah kita lebih dapat mengidentifikasi paparan ketimbang studi ekologi, dan dapat juga dinilai peranan polusi luar ruangan dan dalam ruangan. Kerugian cara ini adalah tingginya biaya

yang diperlukan untuk mengumpulkan data, serta data paparan murni dari individu seringkali sulit didapat. Desain ke lima yang dapat dipilih untuk melakukan studi epidemiologik polusi udara adalah kasus kelola, dimana individu dengan dampak kesehatan yang tertentu dibandingkan dengan individu kontrol yang tidak mempunyai penyakit/ dampak kesehatan tersebut, untuk kemudian dinilai riwayat paparan polusi udara yang pernah dialaminya. Keuntungan cara ini adalah kekuatan statistik yang cukup baik walaupun untuk dampak-dampak yang jarang terjadi, serta penelitian dapat dilakukan dengan cepat. Kerugiannya adalah kesulitan dalam menilai riwayat paparan polusi udara yang telah terjadi.

Sedikitnya ada empat elemen yang harus dikuasai dalam suatu studi epidemiologi untuk menilai polusi udara, yaitu (4,5):

1. Penilaian polusi udara
2. Penilaian paparan pada manusia
3. Faktor penyerta
4. Dampak kesehatan yang mungkin terjadi

Dalam penilaian polusi udara ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian, meliputi (4,5):

- Partikel : TSP, PM 10, PM 2,5, PM 1,0
- Gas : CO, PAH, NOx, SO2 dll
- Variasi geografis
- Variasi cuaca
- Faktor meteorologi

Dalam penilaian paparan pada manusia yang perlu dipertimbangkan antara lain (4,5) :

- Paparan luar ruangan atau paparan dalam ruangan
- Lamanya paparan
- Paparan dari sumber yang lain
- Pola aktivitas sehari-hari

Sementara itu, harus dinilai pula faktor penyerta yang potensial terjadi, antara lain (4,5):

- Faktor dampak kesehatan yang berhubungan dengan polusi udara
- Umur, gender, etnik
- Kebiasaan merokok
- Paparan di tempat kerja
- Binatang domestik
- Alergen, seperti pollen, tungau debu rumah (*house dust mite*) dll.

Untuk menilai dampak kesehatan yang mungkin terjadi sebaiknya dilakukan pengamatan yang mencakup (4,5):

- Angka mortalitas : secara keseluruhan, respiratorik, kardiovaskuler, kanker paru, kematian pada bayi
- Penyakit paru kronik
- Jumlah penderita paru yang masuk rawat inap
- Jumlah kunjungan ke instalasi gawat darurat
- Serangan dan kematian akibat asma
- Penurunan faal paru pada anak-anak

Yang perlu diketahui juga adalah kenyataan terdapatnya perbedaan istilah dalam menilai polusi udara. Untuk partikel ada yang dapat mengukur partikel yang kecil dalam bentuk PM 10, atau PM 2,5 atau bahkan PM 1,0, tetapi ada juga yang baru dapat mengukur angka total saja dari semua partikel yang ada, yang disebut TSP (*Total Suspended Particulate*). Ada pendapat yang menyampaikan bahwa PM 10 merupakan sekitar 15 – 16% dari TSP. Di beberapa negara bagian di Australia –selain TSP dan PM 10- juga dinilai dampak partikel pada jarak pandang penglihatan, yang disebut *visibility reducing particles* (5,6).

Beberapa negara seperti Singapura dan Brunei Darussalam menggunakan *PSI (Pollutant Standard Index)* yang dikeluarkan oleh *United States Environmental Protection Agency (USEPA)* sebagai alat untuk melaporkan konsentrasi polusi udara sehari-hari. Standar interval PSI yang dipakai adalah (7,8):

- | | |
|------------------|--------------------|
| • PSI 0 – 50 | baik |
| • PSI 51 – 100 | sedang |
| • PSI 101 – 200 | tidak sehat |
| • PSI 201 – 300 | sangat tidak sehat |
| • PSI diatas 300 | berbahaya |

Malaysia menggunakan istilah yang berbeda, yaitu *API (Air Pollutant Index)*, yang terbagi dalam (9):

- | | |
|------------------|--------------------|
| • API 0-50 | baik |
| • API 51 – 100 | pencemaran ringan |
| • API 101 – 200 | tidak sehat |
| • API 201 – 300 | sangat tidak sehat |
| • API 301 – 500 | berbahaya |
| • API diatas 500 | darurat |

Di Indonesia sendiri digunakan istilah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Dalam bahasa Inggrisnya dipakai istilah PSI, dengan pembagian sebagai berikut (6):

- PSI < 50 sehat
- PSI 51 – 100 sedang
- PSI 101 – 199 tidak begitu baik
- PSI 200 – 299 tidak sehat
- PSI 300 - 399 berbahaya
- PSI > 400 sangat berbahaya

Sementara itu, USEPA menggunakan metode-metode berikut ini untuk menilai berbagai polutan udara, sebagaimana yang tercantum dalam tabel 3. Tabel 4 mencantumkan standar kualitas udara ambien yang kini banyak dianut.

Tabel 3. Metode Pemeriksaan Polutan Udara
(United States Environmental Protection Agencies / USEPA)

Jenis Polutan Udara	Metode Pemeriksaan
1. Polutan berbentuk gas <ul style="list-style-type: none"> • Sulfur dioksida (SO₂) • Nitrogen Oksida (Nox) • Karbon Monoksida (CO) • Ozon (O₃) • Hidrokarbon total 	<i>Fulsed Fluorescent (continous)</i> <i>Chemiluminescent (continous)</i> <i>i Non-dispersive Infrared (continous)</i> <i>ii. Gas Filter Correlation</i> <i>i. Chemiluminescent</i> <i>ii. Ultraviolet Photometry</i> <i>Flame Ionisation Detection</i>
2. Polutan berbetuk partikulat (PM 10)	<i>i. Hi-vol Sampling</i> <i>ii. Tapered Element Oscillating Membrane Technique for Continous PM 10</i>

Dikutip dari (7)

Asap biomassa yang keluar pada kebakaran hutan mengandung berbagai komponen yang dapat merugikan kesehatan, baik dalam bentuk gas maupun partikel-partikel. Komponen gas dalam asap biomassa yang besar perannya dalam mengganggu kesehatan adalah karbon monoksida dan aldehid. Selain itu, juga tercatat akibat merugikan dari ozon, nitrogen oksida, karbon monoksida (CO), karbon

dioksida (CO₂) dan hidrokarbon. Tabel 5 mencantumkan komponen-komponen yang terkandung dalam asap biomassa akibat kebakaran hutan.

Tabel 4. Kualitas Udara Ambien

Polutan	Waktu	Kadar USEPA	"Goal" jangka panjang WHO
Sulfur Dioksida	Rata ² "annual" 24 jam	80µg/m ³ 365µg/m ³	-
Karbon Monoksida	8 jam 1 jam	10 mg/m ³ 40mg/m ³	10 mg/m ³ 40 mg/m ³
Ozon	1 jam 8 jam	100µg/m ³	188 - 320µg/m ³
PM 10	Rata ² "annual" 24 jam	50µg/m ³ 150µg/m ³	--
Lead	3 bulan	1,5ug/m ³	

Dikutip dari (7)

Tabel 5. Komponen Polutan Utama Biomassa

Jenis Bahan	Contoh	Sumber
Gas inorganik	Karbon Monoksida (CO) Ozon (O ₃) Nitrogen Dioksida (NO ₂)	Pembakaran tidak lengkap bahan organik Produk sekunder nitrogen oksida dan hidrokarbon Oksidasi dalam temperatur tinggi dari nitrogen di udara
Hidrokarbon	Benzen	Pembakaran tidak lengkap bahan organik
Aldehid	Akrolein Fomaldehid (HCHO)	Pembakaran tidak lengkap bahan organik
Partikel	Partikel "inhalable" (PM 10) Partikel "respirable" Partikel halus (PM 2,5)	Kondensasi dari pembakaran gas; Pembakaran tidak sempurna bahan organik; pergerakan vegetasi dan fragmentasi asap Kondensasi dari pembakaran gas; Pembakaran tidak sempurna bahan organik Kondensasi pembakaran gas; Pembakaran tidak sempurna bahan organik
Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH)	Benzo(a)pyrene (BaP)	Kondensasi pembakaran gas, Pembakaran tidak sempurna bahan organik

Dikutip dari (5)

DATA KEBAKARAN HUTAN

Laporan dari Malaysia menunjukkan bahwa di daerah Klang Valley dan Kuching pada periode

Agustus sampai Oktober 1997 kadar PM 10 berkisar antara 80 sampai 850 mg/m³. Sementara itu, kebakaran hutan di Kalimantan yang terjadi di tahun 1998 ternyata juga punya dampak di daerah Sabah, di mana kadar API dapat meningkat sampai 545 di daerah Miri. Berbagai penelitian di Malaysia menunjukkan bahwa polutan terpenting pada asap kebakaran hutan adalah partikulat, yang diukur dalam TSP/SPM dan PM 10, yang menimbulkan gangguan pada kejelasan pandangan mata serta gangguan kesehatan. Peran polutan dalam bentuk gas (SO₂, NO₂, O₃ dan CO) adalah sangat kecil dan kadarnya pun masih di bawah kadar yang diperbolehkan di negara itu. Secara umum dampak buruk kebakaran hutan di tahun 1997 tercantum pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Dampak Asap Kebakaran Hutan 1997 bagi Malaysia

Bidang	Dampak yang timbul
Pariwisata	<ul style="list-style-type: none"> • Pembatalan kunjungan wisata • Banyak hotel yang tingkat huniannya hanya mencapai 7 – 10% saja
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> • Industri kayu di Sarawak rugi sampai RM 16 juta perhari dalam periode 2 minggu pada saat terburuk • Berbagai industri di Malaysia Barat menurunkan kegiatan operasinya • 55 <i>airport days</i> hilang, akibatnya 185 penerbangan telah dibatalkan • Di Malaysia Timur berbagai industri telah tutup selama 10 hari, dan hal ini menyebabkan kerugian jutaan ringgit
Politik	Telah dipublikasi 1900 artikel dan publikasi media massa berhubungan dengan asap kebakaran hutan ini. Hal ini menunjukkan besarnya perhatian masyarakat beserta harapan agar pemerintah dapat berbuat lebih baik untuk menangani dampak buruk asap di bidang kesehatan dan ekonomi

Dikutip dari (10)

Brunei Darussalam juga mengalami dampak akibat kebakaran hutan di Kalimantan. Kebakaran di tahun 1997 ini adalah yang paling buruk dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, di mana waktu paling buruk adalah antara 22 sampai 30 September 1997. Tetapi, polusi udara paling buruk terjadi antara Februari sampai April 1998, dimana kadar PSI dapat meningkat sampai lebih dari 250 PSI. Dampak kebakaran hutan di tahun 1997 di Brunei Darussalam juga mempengaruhi aktivitas sosial

dan rekreasi sehari-hari masyarakat. Kedatangan dan keberangkatan pesawat terbang dari *Brunei's International Airport* juga terganggu karenanya. Mereka yang melakukan pembakaran terbuka juga didenda, dan bahkan dendanya naik 100 kali lipat dari B\$1000 menjadi B\$100.000. Petugas pemadam kebakaran negara ini juga telah berhasil memadamkan kebakaran seluas 4000 hektar di awal tahun 1998 ini (8).

Dampak pertama bagi Thailand akibat kebakaran hutan Indonesia 1997 dideteksi di Thailand Selatan pada 22 September 1997 dimana terdapat peningkatan kadar PM 10 sebesar 20µg/m³. Kadar PM 10 puncak pertama dialami negara itu pada periode antara 22 – 29 September 1997 dengan kadar maksimum 211µg/m³, yang kemudian dilanjutkan dengan puncak kedua pada 6 – 8 Oktober 1997 yang kadarnya lebih rendah daripada yang di bulan September. Setelah bulan Oktober pihak Thailand tidak lagi mencatat terjadinya perubahan kadar PM 10 yang berarti sebagai akibat kebakaran hutan yang pada waktu itu sebenarnya masih terjadi (11).

Singapura mempunyai 15 stasiun pengamat polusi udara di negara pulau itu. Data yang tercatat menunjukkan kadar pencemaran tidak sehat (PSI > 100) terjadi selama 12 hari dalam periode Agustus sampai November 1997, dengan angka tertinggi yaitu PSI 138. Secara keseluruhan kadar PM 10 yang biasanya berfluktuasi antara 30 sampai 50 µg/m³ secara bermakna di bulan September dan Oktober 1997 meningkat menjadi antara 60 - 110µg/m³. Pada masa asap kebakaran hutan 1997 melanda Singapura tercatat peningkatan kunjungan penderita sebesar 30% untuk penyakit-penyakit yang berhubungan dengan asap ini, tetapi tidak ada peningkatan mortalitas yang terjadi pada masa paparan asap kebakaran hutan ini. Data yang ada ini menunjukkan bahwa memang pada PSI di atas 150 µg/m³ akan timbul berbagai gangguan kesehatan, seperti yang telah disepakati selama ini. Penelitian dengan mikroskop elektron yang dilakukan di Singapura menemukan bahwa 94% partikel yang ada berukuran di bawah 2,5µg/m³. Hal ini sesuai dengan asal sumber kebakaran yang berjarak sekitar 500 km dari Singapura, dan nampaknya kadarnya

berada di atas standar USEPA yang baru ditetapkan Juli 1997 yang lalu (7).

Data pencatatan polusi udara yang dilaporkan Ditjen Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman (P2MPLP) Departemen Kesehatan dari berbagai propinsi di Indonesia menunjukkan beragamnya waktu dan kadar puncak paparan, yaitu (6):

- Sumatera Utara, puncak paparan terjadi pada minggu pertama Oktober 1997 dimana kadar TSP lebih dari 3 kali nilai standar
- Sumatera Barat, puncak paparan terjadi pada minggu ke dua Oktober 1997 dimana kadar TSP lebih dari 10 kali nilai standar, dan di minggu terakhir September kadar NOx tercatat lebih dari 2,5 kali
- Riau, puncak paparan terjadi pada minggu terakhir September 1997 dimana nilai TSP lebih dari 7 kali nilai standar. Pada akhir November nilai TSP masih lebih dari dua kali nilai standar
- Bengkulu, puncak paparan terjadi pada minggu terakhir bulan Oktober, kendati nilai TSP masih di bawah standar normal dan CO sedikit di atas nilai standar
- Sumatera Selatan, puncak paparan terjadi pada minggu pertama Oktober 1997 dengan kadar TSP meningkat lebih dari 8 kali dan NOx sedikit di atas standar
- Jambi, puncak paparan terjadi pada minggu ke dua bulan Oktober 1997 dengan kadar TSP lebih dari 15 kali nilai standar.
- Kalimantan Barat, puncak paparan terjadi di minggu terakhir September 1997 dengan kadar TSP meningkat lebih dari 7 kali. Pada akhir Oktober kadar TSP masih lebih dari 2 kali nilai standar
- Kalimantan Tengah, puncak paparan untuk TSP dan CO terjadi di minggu ke dua Oktober 1997 dimana nilai TSP 15 kali nilai standar dan CO meningkat lebih dari 8 kali. Pada akhir Oktober nilai TSP masih 12,6 kali nilai standar. Puncak paparan untuk bahan lain terjadi pada minggu pertama Oktober 1997 dimana SO₂ dan Nox meningkat lebih dari 4 kali nilai standar.
- Kalimantan Selatan, puncak paparan TSP dan CO terjadi pada minggu terakhir September 1997 di mana kadar TSP hampir 4

kali nilai standar dan CO bahkan sampai 15 kali nilai standar. Puncak paparan untuk CO terjadi pada minggu pertama Oktober yang kadarnya hampir mencapai 29 kali nilai standar. Pada akhir Oktober 1997 nilai TSP masih 12,6 kali dari nilai standar

- Kalimantan Timur, puncak paparan CO terjadi pada minggu ke dua Oktober 1997 dengan kadar 2,6 kali nilai standar. Untuk TSP puncak paparannya terjadi pada minggu ke tiga Oktober dengan kadar lebih dari 1,3 kali nilai standar

Team dari *Japan International Cooperation Agency (JICA)* Jepang melakukan pengukuran udara di Jambi pada minggu pertama bulan Oktober 1997 dan membandingkannya dengan beberapa tempat lain, termasuk Jakarta. Mereka menemukan jumlah partikel berukuran > 0,3 μ m adalah hampir mencapai 450.000 / m³, sementara di Jakarta angkanya masih lebih rendah dari 200.000 partikel/m³. Untuk partikel yang berukuran >5,0 μ m kadarnya di Jambi hampir mencapai 200/m³. Kadar PM 10 di Jambi tercatat bahkan mencapai lebih dari 1600 μ g/m³. Kadar CO 2 di Jambi sekitar 500 ppm dan di Jakarta sekitar 400 ppm, sementara kadar CO di Jambi adalah sekitar 20 ppm dan di Jakarta kurang dari 5 ppm. Pihak JICA juga menghitung kadar bahan karsinogen di dalam partikulat dan mereka mendapat kadar Benzo(a)pyrene berkisar antara 1,44 μ g/g debu sampai 1,75 ng/m³, serta kadar Benzo(k)-fluoranthene antara 1,04 μ g/g debu sampai 1,27 ng/m³ (12).

BAPEDAL bersama JICA telah membentuk *JICA-EMC (Environmental Management Center) Project*, yang melaporkan beberapa temuannya sebagai berikut (13):

- Kadar partikulat di Jambi bulan Oktober 1997 telah mencapai 1700 μ g/m³, yang merupakan 25 kali lebih tinggi dari kadar rata-rata tahunan di Tokyo. Kadar PSI yang berkorelasi dengan PM 10 kadarnya melebihi angka 300 dan sudah masuk kategori berbahaya
- Angka tertinggi PM 10 di Palangkaraya adalah 350 μ g/m³ yang terjadi pada bulan November 1997
- Kadar PAH yang dikumpulkan di Jambi dianalisis di Jepang, yang hasilnya menunjukkan PAH 5-7 cincin di Jambi lebih

tinggi 6 sampai 14 kali daripada yang di Jakarta, dan kadar PAH 4 cincin di Jambi ternyata 40 sampai 60 kali lebih tinggi

- Dari analisis gas didapatkan kadar yang tinggi dari metil klorida, metil bromida, metil yodida dan aseton. Selain itu juga ditemukan benzen dalam konsentrasi yang tinggi serta konsentrasi aseton yang juga tinggi

Selama masa kebakaran hutan telah terjadi pembatalan 1037 penerbangan di 11 lapangan terbang di Sumatera dan 2027 pembatalan lainnya dari 12 lapangan terbang di Kalimantan (10).

PENUTUP

Polusi udara dapat menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan pada paru dan pernapasan. Kalau ada masalah polusi udara yang muncul -misalnya kebakaran hutan yang lalu- maka biasanya pihak pemerintah, media massa dan masyarakat luas akan menghubungi para dokter spesialis paru untuk diminta pendapatnya serta upaya menangani masalah dengan baik. Khusus untuk menilai dampak kebakaran hutan pada paru, pada saat ini pihak Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI) (diwakili oleh Cabang Jawa Timur dan DKI Jakarta) telah mempersiapkan protokol untuk suatu penelitian kohort.

Pengetahuan tentang dampak yang timbul di paru nampaknya sudah cukup banyak dibahas pada berbagai kesempatan, baik di bangku pendidikan, publikasi dan pertemuan ilmiah di dalam dan luar negeri. Nampaknya, selain dampak di paru, para dokter spesialis paru juga perlu mengetahui proses penilaian polusi udara itu sendiri, parameter yang digunakan, cara melakukan penilaian dampak epidemiologis polusi udara serta situasi polusi udara di negara lain di sekitar kita.

Polusi udara adalah salah satu masalah yang ditangani dokter spesialis paru, yang juga punya dampak luas di masyarakat, bahkan dikatakan punya dampak *trans boundary* antar negara. Adalah menjadi tanggung jawab kita bersama untuk terus melakukan berbagai penelitian dan kajian di bidang polusi udara ini, guna memberi manfaat sebesar-besarnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta peningkatan derajat kesehatan masyarakat kita.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tjandra Yoga Aditama. Dampak Asap Kebakaran Hutan pada Paru. Jakarta : Yayasan Penerbit Ikatan Dokter Indonesia (IDI) 1998 (dalam penerbitan)
2. World Health Organization. Health Environment in Sustainable Development. Geneva : WHO, June 1997
3. Tjandra Yoga Aditama. Rokok dan Kesehatan. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press), 1997.
4. Kjellstrom T. Air Pollution Epidemiology -- Research Method. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
5. Brauer M. Health Impact of Biomass Air Pollution. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
6. Director General CDC&EH. Haze Disaster and Health Impact in Indonesia. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
7. Singapore Country Report on the 1997 Smoke Haze. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
8. Brunei Darussalam - Country paper. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998-
9. Environmental Health Unit Ministry of Health. Country Report - Malaysia. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
10. Awang MB. Environmental Studies to Control the Atmospheric Environment in East Asia. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
11. Phonboon K, Kanatharana P, Paisarnuchapong O, Aksom S. Health and Environmental Impacts from the 1997 Asean Haze in Southern Thailand. Disampaikan pada Biregional Workshop on Health Impact of Haze-Related Air Pollution, Kuala Lumpur, 1 - 4 Juni 1998
12. Japan Disaster Relief Team - JICA. Report on Forest Fire in Indonesia, December 1997(dalam bahasa Jepang, belum dipublikasi)
13. Ismail S & Yamamura S. Haze Monitoring by EMC Indonesia, 1998 (belum dipublikasi)

Tjandra Yoga Aditama

Bagian Pulmonologi FKUI
RSUP Persahabatan