

# Pencemaran Udara



# PENCEMARAN UDARA

- Masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

# JENIS-JENIS PENCEMARAN UDARA

1. Menurut bentuknya (Gas, partikel)
2. Menurut Tempatnya (Indoor, Outdoor)
3. Gangguan Kesehatan (Iritasi, toksik)
4. Susunan kimia (Organik, anorganik)
5. Menurut asalnya (primer, sekunder)
6. Menurut dampaknya thd kesehatan (langsung. Tidak langsung)

# KOMPOSISI UDARA

- Nitrogen ( $N_2$ ) = 78,09%
- Oksigen ( $O_2$ ) = 20,94%
- Argon (Ar) = 0,93%
- Karbon dioksida = 0,032%

# PENYEBAB PENCEMARAN UDARA

1. Alam
  - Debu letusan gunung berapi
  - Pembusukan sampah organik
  - Debu terbang angin
2. Kegiatan manusia
  - Debu dari industri
  - Zat kimia yg disemprot ke udara
  - Pembakaran bahan bakar

# AMBIENT AIR CONTAMINANTS

- **Criteria Pollutants**

- Carbon Monoxide (CO)
- Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>)
- Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>)
- Ozone (O<sub>3</sub>)
- Lead (Pb)
- Particulate Matter
  - Particulate Matter Less than 10 microns (PM<sub>10</sub>)
  - Particulate Matter Less than 2.5 microns (PM<sub>2.5</sub>)
  - Total Suspended Particulate (TSP) - historic PM contaminant

- **Air Toxics**

- Volatile Organic Compounds (VOC's)
- Herbicides and pesticides

# CRITERIA POLLUTANTS

## MAJOR SOURCES

### **CO**

- Majority from mobile sources
- Incinerators, wood-burning stoves
- Fires (incomplete combustion of carbon fuels)

### **PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>**

- Fossil fuel combustion sources, construction activities
- Natural windblown dust
- Factories, power plants, fires

### **Pb**

- Gasoline combustion
- Mining and production of lead products

# CRITERIA POLLUTANTS

## MAJOR SOURCES

### **NO<sub>2</sub>**

- Found in many urban/industrial atmospheres
- Fossil fuel combustion
- Mobile sources

### **O<sub>3</sub>**

- Photochemical reaction with sources of VOCs & NO<sub>2</sub>

### **SO<sub>2</sub>**

- Combustion of fossil fuels (oil, coal)
- Steel mills, pulp & paper mills



# SUMBER POLUTAN UDARA

- ✓ Transportasi
- ✓ Pembakaran Bahan Bakar
- ✓ Proses Industri
- ✓ Sampah Padat dan Incenerator
- ✓ Dll.

# PENCEMARAN UDARA DI PERKOTAAN:

## Fokus perhatian

- Dampak Kesehatan Manusia
  - Risiko tertinggi: timbal, partikel debu
  - Polutan lain: CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, ozone, senyawa-senyawa kimia beracun
- Dampak Lingkungan
  - Kerusakan alam dan bangunan fisik, kerugian harta benda, kebisingan, perubahan iklim

# Susceptible Populations (Humans)

- **Young**
- **Aged**
- **Pre-existing respiratory/cardiovascular diseases**
- **Smokers**
- **Heavy exercisers**
- **Occupationally exposed personnel**

# Route of exposure

- ✓ Inhalation
- ✓ Skin/eye contact
- ✓ Ingestion

# Dampak Kesehatan Polusi Udara

- Lebih dari 4000 kematian prematur dan 1,5 juta serangan asthma pertahun di Jakarta
- Rata-rata 3 - 6 poin IQ berkurang pada anak-anak kota Bangkok, Cairo, Manila...
- Rata-rata umur harapan hidup berkurang 8,6 bulan di Uni Eropa akibat PM
- PM meningkatkan kematian kardiovaskuler dan respiratory diseases
- ISPA selalu pada peringkat 1 dari 10 penyakit terbanyak di Indonesia

# GANGGUAN KESEHATAN

## INDONESIA

ISPA selalu menduduki urutan pertama 10 penyakit terbanyak lebih dari 30 tahun (rata-rata 42%) (Profil Kesehatan '04)

## JAKARTA

Hampir 1/3 kematian kemungkinan berhubungan dg pencemaran udara (jantung 28,3% dan pneumonia 3,7%)

Hampir 1/2 penyakit terbanyak kemungkinan berhubungan dengan pencemaran udara (47% ISPA, asma, dan penyakit mata) (Profil Kesehatan DKI Jakarta '04)

# DAMPAK KESEHATAN PENCEMARAN UDARA

- Partikel debu (PM) berhubungan dg berbagai penyakit saluran pernafasan
- Menurunkan umur harapan hidup sampai 1 tahun
- Peningkat kematian penderita penyakit paru-paru dan jantung
- Peningkat angka kematian bayi di daerah tinggi polusi

# AIR POLLUTION AND MORBIDITY

Pollutant	Effects related to short-term exposure	Effects related to long-term exposure
Particulate matter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lung inflammatory reactions</li> <li>• Respiratory symptoms</li> <li>• Adverse effects on the cardiovascular system</li> <li>• Increase in medication usage</li> <li>• Increase in hospital admissions</li> <li>• Increase in mortality</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase in lower respiratory symptoms</li> <li>• Reduction in lung function in children</li> <li>• Increase in chronic obstructive pulmonary disease</li> <li>• Reduction in lung function in adults</li> <li>• Reduction in life expectancy, owing mainly to cardiopulmonary mortality and probably to lung cancer</li> </ul>
Ozone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adverse effects on pulmonary function</li> <li>• Lung inflammatory reactions</li> <li>• Adverse effects on respiratory symptoms</li> <li>• Increase in medication usage</li> <li>• Increase in hospital admissions</li> <li>• Increase in mortality</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction in lung function development</li> </ul>
Nitrogen dioxide <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effects on pulmonary function, particularly in asthmatics</li> <li>• Increase in airway allergic inflammatory reactions</li> <li>• Increase in hospital admissions</li> <li>• Increase in mortality</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduction in lung function</li> <li>• Increased probability of respiratory symptoms</li> </ul>

<sup>a</sup> In ambient air, nitrogen dioxide serves as an indicator for a complex mixture of mainly traffic-related air pollution.

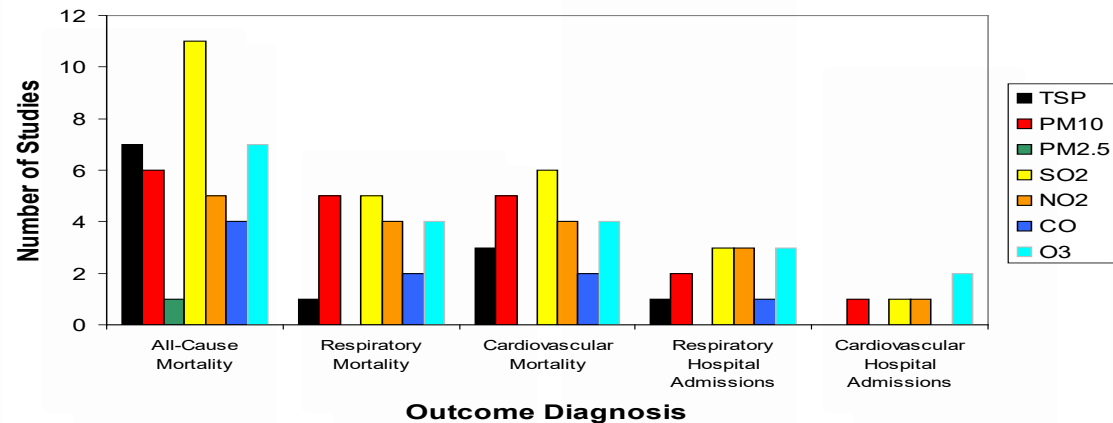


# Dampak Pb pada Anak

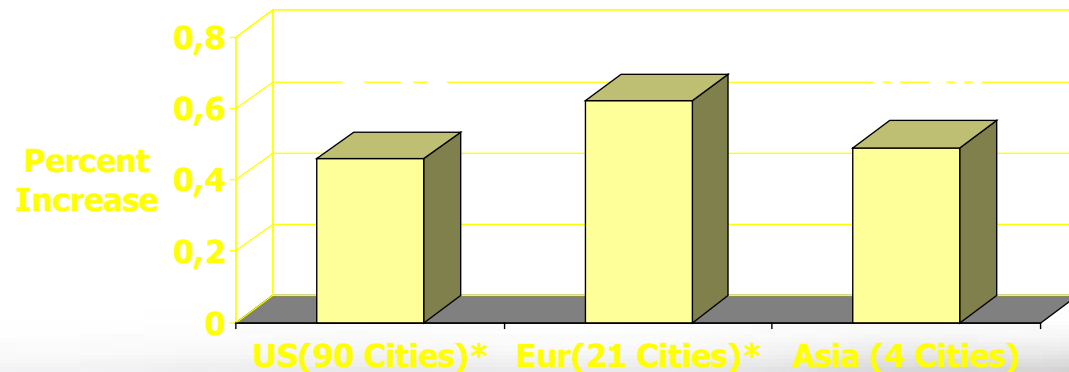
- ✓ Otak (IQ, kewaspadaan, perilaku agresif)
- ✓ Susunan syaraf
- ✓ Gangguan pendengaran
- ✓ Gangguan pertumbuhan
- ✓ Pembentukan sel darah merah
- ✓ Gangguan ginjal (semua umur)
- ✓ Gangguan sistem reproduksi (dewasa)

# Meta-Analysis of Asian Studies of Daily Mortality/Hospital Admissions

- 28 recent daily time series studies examined in depth
- Studies find effects of air pollution on rate of death, illness
  - $\sim 0.5\%$  increase per  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  of  $\text{PM}_{10}$
  - High levels of air pollution in Asian cities ( $>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), imply a substantial public health impact
- *Limitations*
  - Small number of cities
  - Not geographically representative (poorest, most polluted countries under-represented)



## Percent Increase in Mortality per 10 micrograms $\text{PM}_{10}$



# Sumber Transportasi

- Zat-zat pencemar sumber transportasi:
  - hampir sama, walaupun tergantung pada komposisi bahan bakar dan kondisi pembakaran;
  - yang terbesar (*by mass*) adalah  $\text{CO}_2$  dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ );
  - CO, partikel karbon, senyawa hidrokarbon (dari pembakaran tidak sempurna);
  - *impurities* dalam bahan bakar: sulfur, vanadium, Pb, nitrogen, dan lain-lain;
  - Sulfur dioksidasi menjadi  $\text{SO}_x$ , nitrogen (dalam udara dan bahan bakar) menjadi  $\text{NO}_x$ , senyawa organik Pb membentuk partikel Pb, vanadium tidak terbakar, zat-zat lain dengan tekanan uap rendah juga membentuk partikel partikulat

- Dampak sumber transportasi:

- khusus, karena jarak yang dekat dengan reseptor → tidak memberikan kesempatan udara untuk ‘mengencerkan’ polutan
- partikel diesel → peningkatan simptom kardiovaskular dan gangguan pernapasan pada konsentrasi rendah sekalipun
- Pb → gangguan sistem syaraf dan menurunnya IQ pada anak-anak
- senyawa HC → karsinogenik; terutama PAH (*polycyclic aromatic hydrocarbon*) yang terikat pada partikel diesel, dan benzena serta 1,3-butadiena
- CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> → simptom dan gangguan pernapasan dan kardiovaskular

**BAKU MUTU UDARA AMBIEN NASIONAL**

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	SO <sub>2</sub> ( Sulfur Dioksida )	1 Jam 24 Jam 1 Thn	900 µg / Nm <sup>3</sup> 365 µg / Nm <sup>3</sup> 60 µg / Nm <sup>3</sup>	Pararosanalin	Spektrofotometer
2	CO ( Karbon Monoksida )	1 Jam 24 Jam 1 Thn	30.000 µg / Nm <sup>3</sup> 10.000 µg / Nm <sup>3</sup>	NDIR	NDIR Analyzer
3	NO <sub>2</sub> ( Nitrogen Dioksida )	1 Jam 24 Jam 1 Thn	400 µg / Nm <sup>3</sup> 150 µg / Nm <sup>3</sup> 100 µg / Nm <sup>3</sup>	Saltzman	Spektrofotometer
4	O <sub>3</sub> ( Oksida )	1 Jam 1 Thn	235 µg / Nm <sup>3</sup> 50 µg / Nm <sup>3</sup>	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5	HC ( Hidro Karbon )	3 Jam	160 µg / Nm <sup>3</sup>	Flamed Ionization	Gas Chromatografi
6	PM <sub>10</sub> ( Partikel < 10 mm )	24 Jam	150 µg / Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi – Vol
	PM <sub>2,5</sub> (*) ( Partikel < 2.5 mm )	24 Jam 1 Thn	65 µg / Nm <sup>3</sup> 15 µg / Nm <sup>3</sup>	Gravimetric Gravimetric	Hi – Vol Hi – Vol
7	TSP ( Debu )	24 Jam 1 Thn	230 µg / Nm <sup>3</sup> 90 µg / Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi – Vol
8	Pb ( Timah Hitam )	24 Jam 1 Thn	2 µg / Nm <sup>3</sup> 1 µg / Nm <sup>3</sup>	Gravimetric Ekstraktif Pengabuan	Hi – Vol AAS
9	Dustfall ( Debu Jatuh )	30 hari	10 Ton/km <sup>2</sup> /Bulan ( Pemukiman ) 10 Ton/km <sup>2</sup> /Bulan ( Industri )	Gravimetric	Cannister
10	Total Fluorides (as F )	24 Jam 90 hari	3 µg / Nm <sup>3</sup> 0,5 µg / Nm <sup>3</sup>	Spesific Ion Electrode	Impinger atau Countinous Analyzer
11	Flour Indeks	30 hari	40 µg / 100 cm <sup>2</sup> dari kertas limed filter	Colourimetric	Limed Filter Paper
12	Khlorine & Khlorine Dioksida	24 Jam	150 µg / Nm <sup>3</sup>	Spesific Ion Electrode	Imping atau Countinous Analyzer
13	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg SO <sub>3</sub> / 100 cm <sup>3</sup> Dari Lead Peroksida	Colourimetric	Lead Peroxida Candle

**CATATAN:**

# STANDAR KUALITAS UDARA AMBIEN USA

Pollutant	Standard	Averaging Time	Year Last Revised
Ozone	80 ppb	3-year average of the annual 4th highest 8-hour concentrat.	1997
PM <sub>2.5</sub>	15 µg/m <sup>3</sup>	annual	1997
	65 µg/m <sup>3</sup>	24 hours	
PM <sub>10</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	annual	1987
	150 µg/m <sup>3</sup>	24 hours	
Lead	1.5 µg/m <sup>3</sup>	quarterly	1978
Carbon monoxide	9 ppm	8 hours	1994
	35 ppm	1 hour	
Nitrogen dioxide	53 ppb	annual	1995
Sulfur dioxide	30 ppb	annual	1996

# Paru-paru Tikus setelah terpajan emisi kendaraan bermesin diesel

**Exposed to Diesel Exhaust**



**Expose to Clean Air**



Compared to the normal pink lung, it has been blackened by soot