

# ANALISIS KONSENTRASI DAN KONTRIBUSI ELEMEN LOGAM PADA PARTIKEL HALUS DAN PARTIKEL KASAR DI UDARA AMBIEN KAWASAN PASAR RAYA PADANG

Yenni Ruslinda, Gusmira, Suarni S. Abuzar  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Andalas

## ABSTRAK

*Pengukuran konsentrasi dan kontribusi partikel halus (diameter < 2,5  $\mu\text{m}$ ) dan partikel kasar (diameter >2,5  $\mu\text{m}$ ) di udara ambien dilakukan di Kawasan Pasar Raya Padang yang mewakili daerah urban Kota Padang. Sampel diambil dengan alat HVS (High Volume Sampler) untuk Total Suspended Solid (TSP) dan LVS (Low Volume Sampler) untuk partikel halus yang digunakan secara bersamaan. Konsentrasi partikel kasar diperoleh dari hasil pengurangan konsentrasi TSP dengan partikel halus. Kemudian dilakukan analisis kimia terhadap 7 elemen logam (Ca, Fe, Mn, Na, Mg, Pb dan Zn) yang terkandung dalam partikel halus dan partikel kasar. Dari hasil penelitian diperoleh konsentrasi rata-rata TSP 238,609  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , partikel halus sebesar 43,306  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan partikel kasar sebesar 195,302  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kontribusi kedua ukuran partikel dalam TSP menunjukkan partikel kasar memberikan kontribusi yang lebih besar yaitu 82% sedangkan kontribusi partikel halus hanya 18%. Sumber utama partikulat di lokasi tersebut berasal dari semburan air laut, debu tanah, dan aktivitas kendaraan bermotor di sekitar lokasi sampling. Hasil analisis kimia menunjukkan 7 elemen logam tersebut lebih banyak pada partikel kasar dengan rata-rata sebesar 39,72% sedangkan pada partikel halus sebesar 16,26%. Berdasarkan sumbernya, logam crustal material (Ca, Fe dan Mn) dan logam sea spray (Na, Mg) memberikan kontribusi yang lebih besar pada partikel kasar sedangkan logam antropogenik (Pb, Zn) lebih banyak pada partikel halus. Analisis korelasi menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara jumlah kendaraan yang melewati lokasi sampling dengan konsentrasi logam terutama pada partikel halus dengan nilai korelasi 0,762.*

*Kata kunci : partikel halus, partikel kasar, logam crustal material, logam sea spray, logam antropogenik*

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Partikulat merupakan salah satu jenis pencemar udara yang keberadaannya di udara ambien semakin meningkat dengan meningkatnya aktivitas manusia (antropogenik). Meskipun partikulat merupakan bagian terkecil dari total massa polutan yang teremisikan ke atmosfer, tetapi pengaruh-pengaruh yang ditimbulkan lebih berbahaya dari jenis polutan lainnya. Besarnya pengaruh-pengaruh ini merupakan fungsi dari distribusi ukuran partikel, konsentrasi dan komposisi fisik dan kimia partikulat.

Keberadaan partikulat di atmosfer dapat membahayakan kesehatan manusia terutama dapat merusak sistem pernapasan manusia. Dampak yang ditimbulkan terhadap kesehatan manusia menjadi hal yang sangat serius apabila partikulat tersebut mengandung elemen-elemen logam yang bersifat toksik, yaitu diantaranya dapat menimbulkan *pneumoconiosis* (paru-paru berdebu) *granuloma* (jaringan radang), kanker, mutan, keracunan sistemik dan *metal fume fever* (demam akibat uap logam) (Slamet, 1994).

Dari pemantauan kualitas udara yang dilakukan di Indonesia jarang dilakukan penelitian terhadap kandungan elemen logam dalam partikulat, walaupun ada biasanya pengukuran dilakukan terhadap *Total Suspended Particulate* (TSP) atau partikel yang berukuran kecil dari 100  $\mu\text{m}$ . Hal yang sama juga terjadi untuk kota Padang, belum ada penelitian tentang kandungan elemen logam dalam partikulat di udara ambien, sementara dari data Dinas Kesehatan Kota Padang tahun 2001 tercatat bahwa jumlah pasien ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Atas) menempati urutan pertama. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang konsentrasi dan kontribusi kandungan elemen logam pada partikel halus (ukuran  $< 2,5 \mu\text{m}$ ) dan partikel kasar (ukuran  $2,5-100 \mu\text{m}$ ) di udara ambien kawasan Pasar Raya Padang yang mewakili daerah urban (daerah dengan beragam aktivitas) Kota Padang.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi dan kontribusi partikel halus (*fine particles*) dan partikel kasar (*coarse particles*) dan 7 jenis elemen logam yang terkandung di dalamnya, serta menganalisis hubungan antara konsentrasi kandungan logam dengan salah satu aktivitas perkotaan yaitu transportasi. Selain itu juga untuk memantau kualitas udara di daerah urban Kota Padang dan memberi masukan kepada pengambil keputusan dalam mengendalikan pencemaran udara di daerah terkait.

### 1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di udara ambien Kawasan Pasar Raya Padang yang mewakili daerah urban (daerah dengan beragam aktivitas) Kota Padang
2. Sampling partikulat dilakukan terhadap partikel halus (ukuran  $< 2,5 \mu\text{m}$ ) dan partikel kasar (ukuran  $2,5-100 \mu\text{m}$ ).
3. Elemen logam yang dianalisis dalam partikel halus dan partikel kasar meliputi calcium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), natrium (Na), magnesium (Mg), timbal (Pb) dan seng (Zn).
4. Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi kandungan logam dengan aktivitas perkotaan dilakukan analisis korelasi aktivitas transportasi (jumlah kendaraan) dengan konsentrasi kandungan logam di lokasi penelitian.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Partikulat

Partikulat atau "*Particulate Matter*" adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan penyebaran partikel-partikel padat dan partikel-partikel cair di atmosfer dalam kondisi normal, yang memiliki ukuran lebih besar dari sebuah molekul ( $\pm 0,0002 \mu\text{m}$ ) dan lebih kecil dari 500  $\mu\text{m}$ . Partikel dengan rentang ukuran ini memiliki waktu tinggal dalam suspensi dari beberapa detik sampai beberapa bulan (Pitts, 1986).

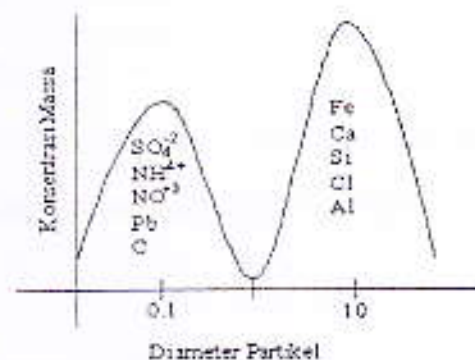
Sumber partikulat di atmosfer dapat berasal dari sumber alami dan sumber antropogenik. Sumber alami berupa emisi dari aktivitas gunung berapi, debu yang berasal dari permukaan tanah, semburan air laut (*sea spray*) dan reaksi-reaksi antara emisi gas-gas alami. Sedangkan sumber antropogenik berupa emisi yang dihubungkan dengan aktivitas manusia. Sumber ini terbagi menjadi sumber bergerak (*mobile source*), dan sumber diam (*stationary source*). Sumber emisi partikulat dari sumber bergerak yang utama adalah berasal dari sektor transportasi, yaitu dari knalpot kendaraan dan dari elemen dalam kendaraan seperti ban, kopling dan rem. Emisi partikulat dari sumber diam meliputi

proses pembakaran, proses industri, pembangkit tenaga listrik dan dari pemukiman. Dari masing-masing sumber ini dihasilkan partikulat dengan komposisi kimia dan ukuran yang berbeda (Seinfeld, 1986).

## 2.2 Karakteristik Fisik dan Kimia Partikulat

Ukuran partikel merupakan sifat penting dari beberapa sifat fisik partikulat. Berdasarkan ukurannya secara umum partikulat dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu, partikel halus (*fine particles*) dan partikel kasar (*coarse particles*). Partikel halus adalah partikel yang mempunyai ukuran lebih kecil dari  $2,5 \mu\text{m}$ , sedangkan partikel kasar adalah partikel yang mempunyai ukuran lebih besar dari  $2,5 \mu\text{m}$ . Partikel halus terutama dihasilkan dari proses pembakaran dan reaksi-reaksi kimia fasa gas yang menghasilkan konversi gas-gas menjadi partikel. Sedangkan partikel kasar umumnya berasal dari proses mekanik seperti *grinding* dan erosi angin (*wind erosion*) (Pitts, 1986).

Hasil penelitian Seinfeld dan Friedlander (1986) menunjukkan adanya perbedaan komposisi kimia yang berbeda antara partikel halus dan partikel kasar, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Komposisi utama pada partikel halus adalah sulfat, nitrat, ammonium, organik, unsur-unsur karbon dan logam-logam berat. Partikel kasar di daratan umumnya mengandung unsur-unsur tanah (material geologi) seperti Si, Al, Ca, Fe, K, Ti, Mn dan Sr. Sedangkan di daerah laut dan sekitarnya banyak mengandung garam-garam laut, seperti NaCl,  $\text{NaNO}_3$  dan garam-garam laut lainnya. Beberapa studi menunjukkan lebih 50% dari total massa partikel kasar terdiri atas material geologi sedangkan pada partikel halus kurang dari 10%. (Chow, 1995)



Gambar 1. Kandungan Senyawa Kimia Berdasarkan Ukuran Partikel (Seinfeld, 1986)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metoda yang digunakan dalam penelitian dapat dibedakan menjadi metoda sampling dan metoda analisis.

### 3.1. Metoda Sampling

Sampling partikel halus (ukuran  $< 2,5 \mu\text{m}$ ) atau  $\text{PM}_{2,5}$  dilakukan dengan menggunakan alat *Low Volume Sampler* (LVS) dengan laju alir udara  $3,5 \text{ l/mnt}$ , sedangkan sampling *Total Suspended Solid* (TSP, ukuran  $< 100 \mu\text{m}$ ) menggunakan alat *High Volume Sampler* (HVS) dengan laju alir udara  $1,13 - 1,7 \text{ m}^3/\text{mnt}$ . Pada saat sampling partikulat ini juga dilakukan

pengukuran kondisi meteorologis dan jumlah kendaraan bermotor yang melewati ruas jalan di lokasi sampling. Sampling ini dilakukan pada saat bersamaan

Sampling kondisi meteorologi dilakukan setiap periode 2 jam selama sampling berlangsung. Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran meteorologi adalah anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin, barometer untuk mengukur tekanan udara, higrothermometer untuk mengukur kelembaban udara dan temperatur, bendera dan kompas untuk menentukan arah angin. Penghitungan jumlah kendaraan yang melewati yang melewati lokasi sampling dilakukan selama pengambilan sampel. Untuk memudahkan dalam menghitung jumlah kendaraan digunakan alat penghitung (*counter*).

Pengambilan sampling dilakukan pada di Kawasan Pasar Raya Padang tepatnya yaitu di depan mesjid Taqwa – Muhammadiyah. Sampling dilakukan sebanyak 6 kali (6 sampel) pada bulan Juni dengan lama sampling untuk masing-masing sampel 24 jam akumulasi.

### 3.2. Metode Analisis

Metode analisis yang dilakukan terhadap filter, meliputi analisis konsentrasi partikulat dan kandungan logam dalam partikulat.

#### 3.2.1. Analisis Konsentrasi Partikulat

Analisis konsentrasi partikulat dengan metode gravimetri, yaitu menimbang filter pada saat sebelum sampling ( $W_0$ ) dan menimbang kembali setelah filter digunakan ( $W_1$ ). Dari selisih berat tersebut diperoleh berat partikulat yang terkumpul pada media filter. ( $W_0$ ) dan kemudian dilakukan penimbangan kembali terhadap filter setelah dilakukan sampling Berat partikulat yang terkumpul di media filter diperoleh dari selisih berat filter tersebut

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi partikulat adalah :

$$C_p = \frac{W_1 - W_0}{V_{st}} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana :  $C_p$  = konsentrasi partikulat ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$W_0$  = berat filter sebelum sampling (g)

$W_1$  = berat filter setelah sampling (g)

$V_{st}$  = Volume udara pada keadaan standar ( $25^\circ\text{C}$ , 760 mmHg)

Konsentrasi partikel halus didapat dari analisis sampel partikel halus, sedangkan konsentrasi partikel kasar didapat dari selisih konsentrasi TSP dan konsentrasi partikel halus, sehingga didapatkan konsentrasi partikel kasar yang berukuran 2,5-100  $\mu\text{m}$ .

#### 3.2.2. Analisis Logam

Kertas filter hasil sampling dianalisis untuk diukur konsentrasi kandungan logamnya. Elemen logam yang akan diteliti adalah Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Natrium (Na), Timbal (Pb) dan seng (Zn). Masing-masing elemen ini

memiliki tipe *flame*, panjang gelombang dan *range* absorbansi yang berbeda, oleh sebab itu perlu dibuat suatu kurva kalibrasi sebagai titik acuan konsentrasi logam yang diukur. Alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi logam adalah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Analisis dengan menggunakan SSA ini mengharuskan sampel dalam bentuk cair. Untuk itu kertas filter hasil sampling harus diekstraksi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan asam nitrat 65% yang berfungsi untuk melarutkan logam serta menghilangkan senyawa organik yang terdapat dalam filter.

Perhitungan yang digunakan untuk memperoleh konsentrasi logam di dalam udara ambien setelah diukur absorbansinya dengan SSA adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{(C_s \times V_s) - (C_b \times V_b)}{V_{sp} \times F} \dots\dots\dots (3.2)$$

di mana :

- C = konsentrasi logam di udara ambien
- C<sub>s</sub> = konsentrasi logam dalam larutan sampel (µg/m<sup>3</sup>)
- C<sub>b</sub> = konsentrasi logam dalam larutan blanko (µg/m<sup>3</sup>)
- V<sub>s</sub> = Volume sampel (ml)
- V<sub>b</sub> = Volume sampel dan blanko (ml)
- V<sub>sp</sub> = Volume udara standar (m<sup>3</sup>)
- F = Fraksi sampel yang diekstraksi

### 3.2.3. Analisis Korelasi Konsentrasi Logam dengan Jumlah Kendaraan.

Dalam penelitian ini akan dilihat adakah keterkaitan antara konsentrasi logam-logam yang dianalisis sebagai variabel tak bebas (Y) dengan jumlah kendaraan yang melewati lokasi sampling sebagai variabel bebas (X). Analisis dilakukan dengan analisis regresi dan korelasi antara dua variabel tersebut. Dalam analisis regresi terdapat suatu persamaan yang berperan untuk menjelaskan pola keterkaitan antara dua variabel sedangkan analisis korelasi bertujuan untuk mengukur derajat hubungan antara variabel tersebut, yang dinyatakan dengan koefisien korelasi (r) (Damanhuri, 1995).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Konsentrasi dan Kontribusi Massa Partikulat

Hasil pengukuran konsentrasi dan kontribusi partikulat dapat dilihat pada Tabel 1. Konsentrasi rata-rata TSP hasil penelitian di Kawasan Pasar Raya Padang sebesar 238,608 µg/m<sup>3</sup>, konsentrasi partikel halus sebesar 43,306 µg/m<sup>3</sup> dan konsentrasi partikel kasar sebesar 195,302 µg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi partikulat di Pasar Raya Padang cukup tinggi, bahkan untuk TSP, konsentrasinya sudah melewati baku mutu PP no. 41 tahun 1999, yaitu sebesar 230 µg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk partikel halus konsentrasinya masih dibawah baku mutu (65 µg/m<sup>3</sup>). Tingginya konsentrasi TSP di Pasar Raya Padang disebabkan oleh lokasi penelitian yang merupakan wilayah urban Kota Padang yang padat dengan aktivitas perkotaan, seperti aktivitas komersial dan transportasi. Lokasi sampling yang dekat dari Pantai Padang juga mempengaruhi konsentrasi partikulat di udara ambien, karena adanya emisi partikulat akibat semburan air laut (*sea spray*).

Tabel 1. Konsentrasi dan Kontribusi TSP, Partikel Halus dan Partikel Kasar

No Sampel	Konsentrasi Partikulat ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Kontribusi Konsentrasi (%)	
	TSP	Partikel Halus	Partikel Kasar	Partikel Halus	Partikel Kasar
1	297,613	57,026	240,586	19,16	80,84
2	253,753	53,144	200,609	20,94	79,06
3	221,406	48,387	173,019	21,85	78,15
4	239,151	44,534	194,617	18,62	81,38
5	252,948	32,454	220,494	12,83	87,17
6	166,780	24,291	142,489	14,56	85,44
<b>Rata-rata</b>	<b>238,609</b>	<b>43,306</b>	<b>195,302</b>	<b>18,00</b>	<b>82,00</b>
<b>Std. Dev</b>	<b>43,294</b>	<b>12,583</b>	<b>34,640</b>	<b>3,57</b>	<b>3,57</b>

Dari hasil penelitian di kawasan Pasar Raya Padang di dapatkan kontribusi partikel kasar lebih besar daripada kontribusi partikel halus. Kontribusi partikel kasar berkisar antara 78,2% hingga 87,2% dengan rata-rata 82%, sedangkan kontribusi partikel halus berkisar 14,6% hingga 21,9% dengan rata-rata 18%. Hasil penelitian ini tidak jauh beda dengan hasil penelitian di Kota Denver, kontribusi partikel halus di kota tersebut berkisar 15% hingga 25% dari total TSP (Seinfeld, 1986). Dibandingkan dengan penelitian di daerah urban Kota Bandung tahun 2002, kontribusi partikel halus di Kota Padang lebih rendah. Kontribusi partikel halus di Kota Bandung berkisar antara 35-40% dan kontribusi partikel kasar berkisar antara 60-65%. Hal ini dikarenakan Kota Bandung yang merupakan kota besar dengan aktivitas perkotaan yang lebih beragam dan banyak dibandingkan dengan Kota Padang (Ruslinda, 2002).

Tingginya kontribusi partikel kasar disebabkan kawasan Pasar Raya Padang terutama persimpangan di Jl. M. Yamin, Jl. Hiligoo, dan Jl. Pasar Raya memiliki aktivitas kendaraan bermotor yang cukup padat bahkan menyebabkan kemacetan pada saat jam sibuk. Aktivitas kendaraan bermotor ini selain mengemisikan partikulat dalam bentuk partikel halus, juga dapat mengakibatkan *resuspensi* partikulat kasar seperti debu tanah ke udara. Lokasi penelitian yang dekat dari pantai/ laut juga mempengaruhi konsentrasi partikel kasar, karena semburan air laut juga mengemisikan partikulat dalam bentuk kasar (Chow, 1995), sedangkan partikel halus lebih banyak berasal dari emisi kendaraan bermotor, pembakaran sampah serta kegiatan komersial seperti aktivitas pedagang kaki lima.

#### 4.2. Konsentrasi dan Kontribusi 7 Elemen Logam dalam Partikulat

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran konsentrasi 7 elemen logam dalam partikulat, yang mewakili polutan yang terbentuk Tujuh elemen logam yang dianalisis tersebut mewakili pencemar yang terbentuk secara alamiah yaitu debu tanah /*crustal material* (Ca, Fe, Mn), semburan air laut/*sea spray* (Na, Mg) dan dari kegiatan-kegiatan antropogenik seperti industri, domestik dan transportasi (Pb, Zn). Konsentrasi dan kontribusi 7 elemen logam yang dianalisis pada partikel halus dan partikel kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi dan Kontribusi 7 Elemen Logam pada Partikel Halus dan Partikel Kasar

Sumber / Elemen	Konsentrasi, ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Kontribusi, ( % )	
	Partikel Halus	Partikel Kasar	Partikel Halus	Partikel Kasar
<b>1. <i>Crustal material</i></b>				
÷ Ca	1,443	27,842	3,28	14,29
÷ Fe	0,854	4,373	1,99	2,24
÷ Mn	0,009	0,123	0,02	0,06
<b>Total</b>	<b>2,306</b>	<b>32,338</b>	<b>5,29</b>	<b>16,59</b>
<b>2. <i>Sea Spray</i></b>				
÷ Na	1,627	30,678	3,67	15,76
÷ Mg	1,511	10,650	3,61	5,34
<b>Total</b>	<b>3,138</b>	<b>41,328</b>	<b>7,28</b>	<b>21,30</b>
<b>3. <i>Antropogenik</i></b>				
÷ Pb	0,414	0,836	0,98	0,43
÷ Zn	1,141	2,678	2,71	1,40
<b>Total</b>	<b>1,555</b>	<b>3,514</b>	<b>3,69</b>	<b>1,83</b>
<b>Total 7 elemen logam</b>	<b>6,999</b>	<b>77,172</b>	<b>16,26</b>	<b>39,72</b>

Dari tabel 2 ini terlihat bahwa konsentrasi rata-rata 7 elemen logam dari yang terbesar hingga terkecil pada partikel halus adalah Na, Mg, Ca, Zn, Fe, Pb, dan Mn sedangkan pada partikel kasar adalah Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Pb dan Mn. Tingginya konsentrasi Na dan Mg dalam partikel halus dan partikel kasar dikarenakan lokasi sampling yang dekat dari pantai, dimana semburan air laut (*sea spray*) merupakan sumber utama dari Na dan Mg (Seinfeld, 1986; Chow, 1995; Morawska, 2002).

Sumber utama elemen Ca adalah dari tanah terutama dari tanah berkapur (Seinfeld, 1986). Dari hasil penelitian di Pasar Raya Padang diperoleh konsentrasi Ca cukup tinggi baik dalam partikel halus maupun partikel kasar. Pada partikel kasar adanya Ca terutama akibat resuspensi debu jalan oleh kendaraan dan pejalan kaki, sedangkan pada partikel halus Ca diemisikan dari kendaraan bermotor.

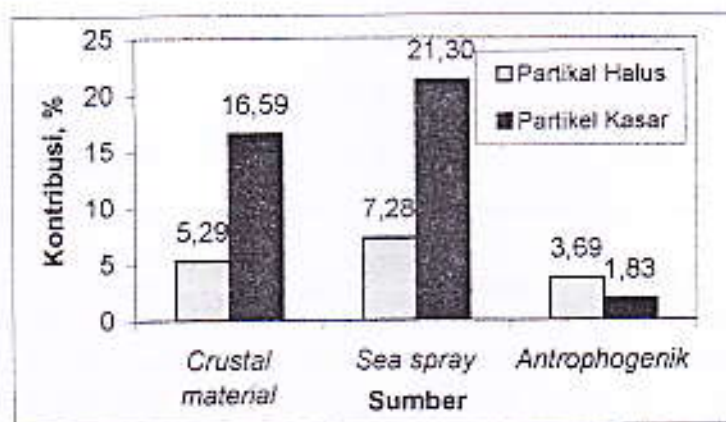
Secara alami, Mn dan Fe diemisikan dari tanah alami (Seinfeld, 1986, Chow, 1995; Morawska, 2002), namun aktivitas manusia dapat menambah konsentrasi Mn dan Fe di udara. Di kawasan Pasar Raya Padang, konsentrasi Mn sangat kecil baik dalam partikel halus maupun partikel kasar. Sedangkan konsentrasi Fe cukup besar dalam partikel halus dan partikel kasar. Sumber logam Fe di udara ambien Pasar Raya Padang selain berasal

dari debu alami (dalam bentuk partikel kasar) juga berasal dari aktivitas transportasi (dalam bentuk partikel halus).

Pb dan Zn adalah elemen logam yang mewakili aktivitas antropogenik dalam penelitian ini. Pb merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, bahkan merupakan salah satu indikator untuk menyatakan tercemar atau tidaknya udara di suatu wilayah. Sumber utama Pb di kawasan Pasar Raya adalah dari emisi kendaraan bermotor yang lebih dominan dalam bentuk partikel halus sedangkan dalam bentuk partikel kasar berasal dari debu jalan aspal. Sumber utama elemen Zn berasal dari pembakaran sampah yang dilakukan oleh masyarakat di sekitar lokasi sampling dan emisi kendaraan bermotor.

Dari Tabel 2 juga terlihat rata-rata total 7 elemen logam yang dianalisis, yaitu pada partikel halus sebesar 16,26 % dan pada partikel kasar 39,72 %. Hal ini menunjukkan kontribusi total 7 elemen logam yang dianalisis lebih banyak pada partikel kasar dibandingkan pada partikel halus.

Gambar 2 berikut memperlihatkan perbandingan kontribusi logam *crustal material*, *sea spray* dan antropogenik pada partikel halus dan partikel kasar.



Gambar 2. Perbandingan Kontribusi Logam *Crustal material*, *Sea Spray* dan Antropogenik pada Partikel Halus dan Partikel Kasar

Dari gambar ini terlihat kontribusi logam *crustal material* dan *sea spray* lebih banyak terdapat pada partikel kasar, sedangkan kontribusi elemen antropogenik lebih banyak pada partikel halus. Kontribusi *crustal material* dan *sea spray* pada partikel kasar sebesar 16,59% dan 21,30%, sedangkan pada partikel halus kontribusinya masing-masing adalah 5,29% dan 7,28%. Sebaliknya pada elemen logam antropogenik, kontribusinya pada partikel halus lebih besar yaitu 3,69%, sementara pada partikel kasar hanya 1,83%. Hal ini berarti kehadiran logam dari sumber antropogenik lebih banyak terdapat pada partikel halus.



### 4.3. Analisis Korelasi Jumlah Kendaraan dengan Konsentrasi 7 Elemen Logam

Analisis korelasi bertujuan untuk melihat hubungan antara tingkat konsentrasi elemen logam yang dianalisis dengan jumlah kendaraan yang melewati lokasi sampling. Jenis kendaraan yang lewat bervariasi, seperti angkutan kota, bus kota, kendaraan roda dua, dan kendaraan pribadi. Jumlah kendaraan tersebut dikorelasikan dengan konsentrasi 7 elemen logam pada partikel halus dan pada partikel kasar yang diteliti. Nilai korelasinya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Korelasi Jumlah Kendaraan dengan Konsentrasi 7 elemen Logam pada Partikel Halus dan partikel Kasar

No	Elemen Logam	Nilai Korelasi (r)	
		Partikel Halus	Partikel Kasar
1.	Ca	0,787	0,804
2.	Fe	0,810	0,767
3.	Mg	0,770	0,148
4.	Mn	0,722	0,837
5.	Na	0,665	0,877
6.	Pb	0,810	0,780
7.	Zn	0,772	0,060
Rata-rata		0,762	0,612

Dari data tabel 3 terlihat korelasi rata-rata antara konsentrasi jumlah logam dengan jumlah kendaraan yaitu 0,762 untuk partikel halus dan 0,612 untuk partikel kasar. Besarnya nilai korelasi rata-rata logam pada partikel halus menunjukkan bahwa logam dalam partikel halus memiliki korelasi yang lebih kuat dengan jumlah kendaraan, dibandingkan dengan partikel kasar. Elemen logam pada partikel halus yang memiliki nilai korelasi tertinggi adalah Pb dan Fe, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi kedua logam tersebut memiliki hubungan yang erat dengan pertambahan jumlah kendaraan. Pb merupakan logam yang banyak diemisikan dari hasil pembakaran bahan bakar bensin yang mengandung timbal pada kendaraan bermotor, sedangkan Fe berasal dari gesekan mesin kendaraan.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

- Konsentrasi rata-rata TSP, partikel halus dan partikel kasar di Kawasan Pasar Raya Kota Padang adalah  $238,609 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $43,306 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan  $195,302 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Berdasarkan standar baku mutu udara ambien PP no. 41 Tahun 1999, maka konsentrasi TSP di Kawasan Pasar Raya Padang sudah melewati baku mutu yaitu  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sedangkan konsentrasi partikel halus belum melewati standar baku mutu udara ambien yaitu  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Partikel yang mendominasi dalam TSP adalah dalam bentuk partikel kasar dengan kontribusi rata-ratanya sebesar 82% sedangkan kontribusi partikel halus sebesar 18%. Sumber utama partikulat di lokasi tersebut berasal dari semburan air laut, debu tanah, dan aktivitas kendaraan bermotor di sekitar lokasi sampling.
- Kontribusi ketujuh elemen logam lebih banyak terdapat pada partikel kasar dengan rata-rata sebesar 39,72%, sedangkan pada partikel halus sebesar 16,26%.
- Elemen *crustal material* (Ca, Fe, Mn) dan *sea spray* (Na dan Mg) memberikan kontribusi yang lebih besar dalam partikel kasar sedangkan elemen antropogenik (Pb dan Zn) memberikan kontribusi yang lebih besar pada partikel halus.
- Ketujuh logam yang diteliti memiliki nilai korelasi yang kuat dengan jumlah kendaraan yang melewati lokasi sampling, terutama dengan partikel halus yaitu sebesar 0,762.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

- Perlu dilakukannya studi penelitian konsentrasi dan kontribusi logam di daerah rural / non urban sebagai *back ground*.
- Dalam penelitian ini jumlah logam yang dianalisa adalah tujuh logam, untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap logam lainnya seperti silika, Al, Cl dan lain-lain serta analisis terhadap komposisi kimia lainnya seperti sulfat, nitrat dan karbon.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang mendanai penelitian ini melalui dana SPP-DPP Lembaga Penelitian Universitas Andalas.

## DAFTAR PUSTAKA

Chow J. C., *Measurement Methods to Determine Compliance with Ambient Air Quality Standards for Suspended Particles*, Journal of Air & Waste Management Association, 45, 1995.

Damanhuri, E., *Statistika*, Institut Teknologi Bandung, 1995.

Morowska et al., *Particle characterization for The Purpose of Expose and Health risk Studies*. European Commission. <http://www.WHO-INT>, 2002.

Pitts, B. F. & James N. P., *Atmospheric Chemistry : Fundamentals and Experimental Techniques*, John Willey & Sons, New York, 1986.

Ruslinda, Y., *Studi Pembentukan Senyawa Sulfat dan Nitrat di Udara Ambien Kota Bandung*, Tesis Magister, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, 2002

Seinfeld, J. H., *Atmospheric. Chemistry and Physics of Air Pollution*, John Willey & Sons, New York, 1986.

Slamet, J. S, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada Univ. Press, Yogyakarta, 1994.