

**Analisis Kualitas Udara Ambien Kota Padang akibat Pencemar*****Particulate Matter 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>)***Yenni Ruslinda<sup>1,\*</sup>, Didi Wiranata<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, PadangE-mail: yenni@ft.unand.ac.id<sup>\*</sup>)***Abstrak***

PM<sub>10</sub> adalah partikel di udara ambien dengan ukuran aerodinamik < 10  $\mu\text{m}$  yang berhubungan langsung dengan kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas udara ambien Kota Padang akibat pencemar PM<sub>10</sub>. Dari hasil penelitian didapatkan konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata di kawasan institusi 101,933  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kawasan komersil 101,770  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kawasan industri 103,493  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kawasan domestik adalah 28,630  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan konsentrasi rata-rata di untuk Kota Padang 83,765  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi tersebut belum ada yang melewati baku mutu udara ambien PP No. 41 Tahun 1999 yaitu sebesar 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Komposisi kimia terbesar dalam PM<sub>10</sub> di keempat kawasan adalah senyawa Sulfat dengan komposisi berkisar 12,34 – 14,30 %. Sumber partikel Sulfat diperkirakan berasal dari pembakaran bahan bakar dari aktivitas kendaraan bermotor, aktivitas memasak dan aktivitas pembakaran tanaman atau ladang serta proses alamiah seperti semburan air laut dan debu tanah yang tertiuap angin. Hasil perhitungan angka ISPU PM<sub>10</sub> untuk kawasan institusi, komersil dan industri berkisar antara 76-77, sedangkan untuk kawasan domestik nilainya 29 dengan nilai rata-rata untuk Kota Padang sebesar 67. Hal ini berarti kualitas udara ambien Kota Padang akibat pencemar PM<sub>10</sub> masuk kategori sedang yaitu tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika.

**Kata kunci:** angka ISPU, komposisi kimia, PM<sub>10</sub>, udara ambien

***Abstract***

*PM<sub>10</sub> are particles in ambient air with the aerodynamic size < 10  $\mu\text{m}$  and directly related to human health. This study aims to analyze ambient air quality due to PM<sub>10</sub> pollutants in Padang city. The result shows that the average concentrations of PM<sub>10</sub> at institution, commercial, industrial, and domestic areas are 101.933  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 101.770  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 103.493  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , and 28.630  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  consecutively. These concentrations are below the ambient air quality standard base on PP 41/1999 with the amount of 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The largest chemical composition of PM<sub>10</sub> at all four regions is sulfate compound with composition ranging from 12.34 to 14.30 %. These sulfate particles are supposed to come from fuel combustion of motor vehicle, cooking, burning of crops or farms, and natural processes such as sea spray and dust in the wind. The ISPU value of PM<sub>10</sub> at institutional, commercial and industrial areas are range between 76 to 77, while domestic area is 29, with the average value of ISPU in Padang city is 67. This means that the quality of ambient air due to PM<sub>10</sub> pollutants in Padang city could be categorized as moderate, with no effects to human health or animal, but may influence the sensitive plants and aesthetic values.*

**Keywords:** ambient air, ISPU number, PM<sub>10</sub>.

## 1. Pendahuluan

Dalam mewujudkan kawasan 'Padang New City, saat ini sedang dilakukan penyediaan dan perbaikan berbagai sarana dan prasarana kota untuk mendukung kelancaran aktivitas perkotaan di berbagai bidang seperti perekonomian, sosial, industri, dan transportasi. Peningkatan aktivitas perkotaan ini jelas akan mempengaruhi jumlah dan komposisi kandungan pencemar udara, sehingga akan membawa pengaruh terhadap kualitas udara ambien Kota Padang.

Untuk mengetahui seberapa besar pencemaran udara telah mempengaruhi kualitas udara ambien Kota Padang, perlu dilakukan pemantauan kualitas udara ambien secara kontinu. Namun karena belum adanya stasiun monitoring kualitas udara ambien otomatis seperti kota-kota besar lainnya yaitu Jakarta, Bandung, Denpasar, Pekanbaru, maka pemantauan kualitas udara dilakukan hanya dari penelitian (*grab sampling*) yang jumlahnya masih sedikit. Hal ini penting dipertimbangkan selain meningkatnya pembangunan di semua bidang aktifitas perkotaan saat ini, juga mengingat setiap tahunnya (terutama pada musim kemarau) Kota Padang menjadi langganan pencemar udara partikulat jenis asap kabut, yang berasal dari pembakaran lahan di Kota Pekanbaru, Jambi dan sekitarnya. Dampak dari asap kabut ini dapat mengganggu jarak pandang akibat berkurangnya visibilitas atmosfer serta gangguan kesehatan terutama saluran pernapasan. Hingga saat ini penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) masih menjadi penyakit teratas dalam 10 penyakit terbanyak di Kota Padang (data Dinas Kesehatan Kota Padang), yang diduga sebagian besar akibat buruknya kualitas udara ambien.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis kualitas udara ambien Kota Padang akibat pencemar PM10. Analisis dilakukan dengan menghitung konsentrasi PM10 dan menganalisis kandungan kimia yang terdapat dalam PM10 di udara ambien berbagai kawasan Kota Padang mewakili kawasan komersial, industri, institusi dan domestik. Analisis juga dilakukan dengan menghitung angka Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) berdasarkan Kep. 45/MENLH/10/1997. Angka ISPU ini dapat menggambarkan kondisi udara ambien di lokasi dan waktu tertentu, didasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika, dan makhluk hidup lainnya.

## 2. Kajian Literatur

Jenis partikulat yang berhubungan langsung dengan kesehatan manusia adalah partikulat dengan ukuran aerodinamik  $< 10 \mu\text{m}$  atau dikenal dengan *Inhalable Particulate Matter* atau disebut PM10. PM10 terdiri dari partikel halus berukuran kecil dari  $2,5 \mu\text{m}$  dan sebagian partikel kasar yang berukuran  $2,5 \mu\text{m}$  sampai  $10 \mu\text{m}$ . PM10 berasal dari debu jalan, debu konstruksi, pengangkutan material, buangan kendaraan dan cerobong asap industri, aktivitas *crushing* dan *grinding*. Dalam kasus lain, gas seperti sulfur oksida, nitrogen oksida dan *Volatil Organic Compounds* (VOC) berinteraksi dengan komponen udara lainnya membentuk partikulat halus (Chong, et.al, 2002). Partikel jenis ini dapat tersimpan (mengendap) di berbagai tempat dalam sistem pernapasan manusia selama proses bernafas (*mouth breathing*) dan dapat menimbulkan gangguan pada sistem pernapasan manusia. Sekitar 40 % dari partikel dengan ukuran 1-2 mikron dapat tertahan di *bronchioles* dan alveoli. Sedangkan sekitar 50 % dari partikel berukuran 0,01-0,1  $\mu\text{m}$  dapat menembus dan mengendap di kompartemen paru-paru. Studi epidemiologi yang telah dilakukan untuk menentukan hubungan antara konsentrasi ambien partikulat dengan indikator kesehatan dijumpai 0,7 – 1,6 % kematian meningkat dengan meningkatnya PM10 setiap  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hien, 2003).

Berdasarkan Kep. 45/MENLH/10/1997, ISPU adalah angka yang tidak mempunyai satuan, yang menggambarkan kondisi udara ambien di lokasi dan waktu tertentu, didasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika, dan makhluk hidup lainnya. Parameter Indeks Standar Pencemaran Udara meliputi: Partikulat (PM10), Karbondioksida (CO), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>).

Perhitungan nilai Indeks Kualitas Udara menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b \quad (1)$$

dimana:

I = ISPU terhitung

I<sub>a</sub> = ISPU batas atas

I<sub>b</sub> = ISPU batas bawah

X<sub>a</sub> = ambien batas atas

X<sub>b</sub> = ambien batas bawah

X<sub>x</sub> = kadar ambient hasil pengukuran

Angka Ia, Ib, Xa, Xb dapat dilihat pada Tabel 1 tentang batas angka Indeks Standar Pencemar Udara dalam satuan SI, sedangkan nilai Indeks kualitas udara dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1 Batas Angka Indeks Standar Pencemar Udara dalam Satuan SI

Angka ISPU	24 jam $PM_{10}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 jam $SO_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 jam $CO$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 jam $O_3$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 jam $NO_2$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
50	50	80	5	120	
100	150	365	10	235	400
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57.5	1200	3750

Tabel 2 Nilai Indeks Kualitas Udara

Kategori	Rentang	Penjelasan
Baik	0 – 50	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan atau nilai estetika.
Sedang	51 – 100	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika.
Tidak Sehat	101 – 199	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
Sangat tidak sehat	200 – 299	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
Berbahaya	300 – lebih	Tingkat kualitas udara berbahaya secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi.

### 3. Metodologi

Penelitian ini diawali dengan pengambilan data sekunder dari instansi terkait berupa peta tata guna lahan Kota Padang dari BPS Kota Padang yang digunakan untuk penentuan dan pemilihan lokasi yang mewakili masing-masing kawasan institusi, industri, komersil dan domestik. Data kondisi meteorologi 5 tahun terakhir dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Kota Padang diperlukan untuk pembuatan *windrose* udara ambien Kota Padang. Dari data-data ini ditentukan lokasi terpilih untuk mewakili masing-masing kawasan yaitu Jalan Sudirman mewakili kawasan institusi, Pasar Raya mewakili kawasan komersil, Lubuk Begalung mewakili kawasan industri dan Balai Baru mewakili kawasan domestik. Selanjutnya dilakukan survey ke lokasi untuk menentukan titik sampling, agar sampling atau pengambilan data dapat mewakili kawasan sesuai tata guna lahannya. Selain itu juga dipersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian, baik alat sampling PM10 maupun alat untuk analisis kandungan kimia yang terdapat dalam PM10.

Pengambilan sampel atau sampling dilakukan di masing-masing kawasan sebanyak tiga kali dengan durasi sampling kumulatif 24 jam (1 hari) untuk masing-masing sampel. Sampling hanya dilakukan pada hari kering (tidak hujan). Sampling dilakukan terhadap partikel di udara ambien untuk jenis  $PM_{10}$  dan kondisi meteorologi di masing-masing kawasan seperti temperatur, kelembaban, tekanan udara, kecepatan dan arah angin yang diperlukan dalam pengolahan data. Alat yang digunakan untuk sampling  $PM_{10}$  adalah *Low Volume Sampler* (LVS) dengan laju alir udaranya 20 liter/menit. Prinsip kerja alat ini adalah filtrasi udara, dengan filter yang digunakan adalah filter fibre glass. Teknis pelaksanaan sampling kualitas udara ambien didasarkan pada SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien. Alat LVS dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Alat LVS untuk Sampling PM<sub>10</sub>

Setelah sampling, dilakukan analisis di laboratorium untuk mendapatkan konsentrasi dan komposisi kimia PM<sub>10</sub>. Analisis konsentrasi PM<sub>10</sub> dilakukan dengan menggunakan 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 oleh media filter. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi PM<sub>10</sub> adalah :

$$C_p = \frac{W_1 - W_0}{V_{st}} \times 10^6 \quad (2)$$

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 keadaanstandar ( $25^\circ\text{C}$ , 760 mmHg)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung volume udara standar adalah:

$$V_{st} = V_S \frac{P_S}{760} \times \frac{298}{273 + T} \quad (3)$$

dimana:

$V_{st}$  = volume udara standar ( $\text{m}^3$ )

$V_S$  = volume udara saat sampling ( $\text{m}^3$ )

$P_S$  = tekanan udara pada saat sampling (mmHg)

$T$  = temperatur udara pada saat sampling ( $^\circ\text{C}$ )

Untuk menghitung volume udara saat sampling digunakan persamaan berikut:

$$V_S = V_r \times t \quad (4)$$

dimana:

$V_r$  = kecepatan rata-rata saat sampling ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$T$  = lama sampling (jam)

Analisis komposisi kimia PM<sub>10</sub> dilakukan dengan mengukur kandungan kimia yang terdapat dalam PM<sub>10</sub>. Dalam penelitian ini kandungan kimia yang diukur adalah senyawa Sulfat, Nitrat, Ammonium, Karbon Organik dan sepuluh elemen logam yaitu Pb, Zn, Mg, Ca, Cu Na, K, Fe, Al, dan Si. Untuk menganalisis kandungan kimia tersebut, sampel diharuskan dalam bentuk cair, untuk itu dilakukan ekstraksi terhadap kertas filter yang berisi PM<sub>10</sub>. Ekstraksi untuk menentukan senyawa Sulfat, Nitrat, Ammonium dan Karbon Organik dilakukan dengan melarutkan filter ke dalam aquades dan dilakukan refluks dengan *refluxing apparatus* selama 90 menit. Terhadap cairan hasil ekstraksi ini, dilakukan analisis Sulfat dengan metode Barium Sulfat, analisis Nitrat dengan metode Brucine, analisis Ammonium dengan metode Indophenol dan analisis karbon organik dengan metode Kalium Dikromat. Perangkat analisis yang digunakan adalah spektrofotometer (Lodge, J.P, 1989).

Analisis kandungan logam dilakukan dengan mengekstraksi filter yang mengandung PM<sub>10</sub> dengan asam nitrat dan dipanaskan di atas hot plate selama 4-6 jam hingga seluruh logam yang terkandung dalam partikulat larut ke dalam larutan asam. Hasil ekstraksi selanjutnya di ukur dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Analisis laboratorium ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi Sulfat, Nitrat, Ammonium, Karbon Organik dan elemen logam di udara ambien adalah:

$$C(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{[(C_s \cdot V_s) - (C_b \cdot V_b)]}{V_{st} \cdot F} \quad (5)$$

dimana:

$C_s$  = konsentrasi Sulfat/Nitrat/Ammonium/ Karbon Organik/logam dalam sampel ( mg/l)

$V_s$  = volume sampel hasil ekstraksi (liter)

$C_b$  = konsentrasi Sulfat/Nitrat/Ammonium/ Karbon Organik/logam pada blanko (mg/l)

$V_b$  = volume blanko hasil ekstraksi (liter)

$V_{st}$  = volume udara standar yang dihisap oleh alat sampling (m<sup>3</sup>)

F = fraksi luas filter yang diekstraksi.

Analisis kualitas udara ambien akibat PM<sub>10</sub> dilakukan dengan membandingkan konsentrasi PM<sub>10</sub> pada masing-masing kawasan yang diteliti dengan baku mutu udara ambien untuk PM<sub>10</sub> sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Perbandingan ini bertujuan untuk melihat apakah keberadaan PM<sub>10</sub> di udara ambien Kota Padang telah melewati batas baku mutu yang telah ditetapkan atau belum. Untuk melihat kategori kualitas udara ambien akibat keberadaan PM<sub>10</sub>, maka data hasil penelitian dianalisis dengan perhitungan indeks kualitas udara sesuai Kep. 45/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara.

## 4. Hasil Dan Diskusi

### 4.1 Konsentrasi PM<sub>10</sub>

Konsentrasi rata-rata PM<sub>10</sub> masing-masing kawasan adalah 101,933  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  untuk kawasan institusi, 101,770  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  untuk kawasan komersil, 103,493  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  untuk kawasan industri dan 27,863 untuk kawasan domestik. Konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata di udara ambien Kota Padang diperoleh sebesar 83,765  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , yaitu dengan meratakan hasil konsentrasi PM<sub>10</sub> keempat kawasan. Konsentrasi PM<sub>10</sub> tertinggi adalah di kawasan industri dan konsentrasi terendah di kawasan domestik.

Tingginya konsentrasi rata-rata PM<sub>10</sub> di kawasan industri dibandingkan dengan kawasan lain dikarenakan lebih banyak dan beragamnya aktivitas di sekitar lokasi seperti adanya aktivitas industri semen, industri karet dan industri perabot rumahan rotan yang berada di kawasan tersebut yang berpotensi menghasilkan pencemar partikulat ke udara. Selain itu, aktivitas kendaraan yang cukup tinggi juga menyebabkan tingginya konsentrasi partikulat di udara. Berdasarkan pengukuran lapangan didapatkan jumlah kendaraan yang melintasi kawasan industri adalah 50.997 kendaraan/hari.

Rendahnya konsentrasi PM<sub>10</sub> di kawasan domestik dikarenakan pada kawasan ini tidak banyak aktivitas transportasi dan kegiatan manusia yang berpotensi menghasilkan pencemar partikulat, dibandingkan kawasan sampling lainnya. Aktivitas dominan di kawasan ini hanya aktivitas domestik. Selain itu, di kawasan ini masih banyak ditemui pepohonan yang dapat mereduksi konsentrasi PM<sub>10</sub> di udara ambien, sehingga dapat dijadikan *back ground* untuk pencemaran udara di Kota Padang

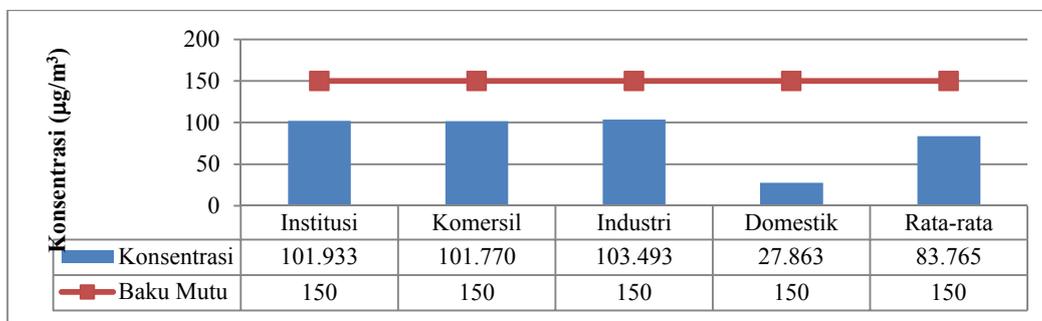
Konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata di kawasan institusi, komersil dan industri tidak jauh berbeda. Hal ini dikarenakan ketiga kawasan ini merupakan daerah urban Kota Padang, yaitu daerah dengan banyak dan beragam aktivitasnya seperti transportasi, kegiatan perdagangan (komersil), institusi dan kegiatan industri. Jika dibandingkan konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata di daerah urban ini dengan kawasan domestik yang merupakan daerah non urban didapatkan rasio antara 3,5-3,7 yang berarti konsentrasi PM<sub>10</sub> daerah urban meningkat lebih dari 3,5 kali konsentrasi PM<sub>10</sub> di daerah non urban.

Berdasarkan PP No.41 tahun 1999, baku mutu konsentrasi PM<sub>10</sub> untuk pengukuran selama 24 jam sebesar 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Jika dibandingkan hasil pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> penelitian ini dengan baku mutu, didapatkan konsentrasi PM<sub>10</sub> di keempat kawasan masih berada di bawah baku mutu. Namun pengukuran PM<sub>10</sub> perlu dilakukan secara kontinu untuk mengetahui peningkatan konsentrasi PM<sub>10</sub> di udara ambien Kota Padang, terutama untuk daerah urban seperti kawasan institusi, kawasan komersil dan kawasan industri, agar pencegahan dan

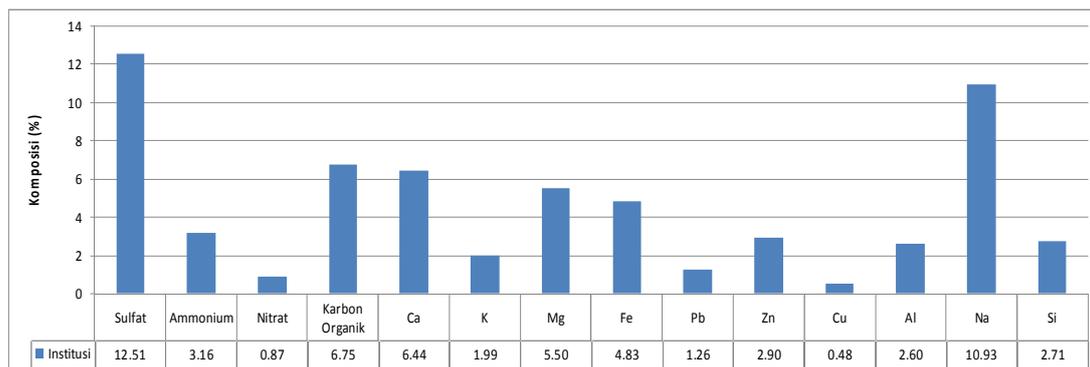
pengendalian pencemaran udara khususnya PM<sub>10</sub> dapat dilakukan sedini mungkin. Pemantauan dapat dilakukan secara kontinu dan secara berkala. Metode sampling kontinu dapat dilakukan dengan menempatkan stasiun monitoring kualitas udara otomatis dan hasil pemantauannya dapat ditampilkan dalam suatu display yang dikenal dengan sebutan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Hingga saat ini Kota Padang belum memiliki stasiun monitoring kualitas udara otomatis, seperti kota-kota tetangga lainnya Pekan Baru dan Jambi. Metode sampling secara berkala dilakukan dengan pengukuran *grab sampling* secara berkala, misalnya satu kali 3 bulan. Perbandingan konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata untuk masing-masing kawasan dengan baku mutu dapat dilihat pada Gambar 2.

4.2 Komposisi Kimia PM<sub>10</sub>

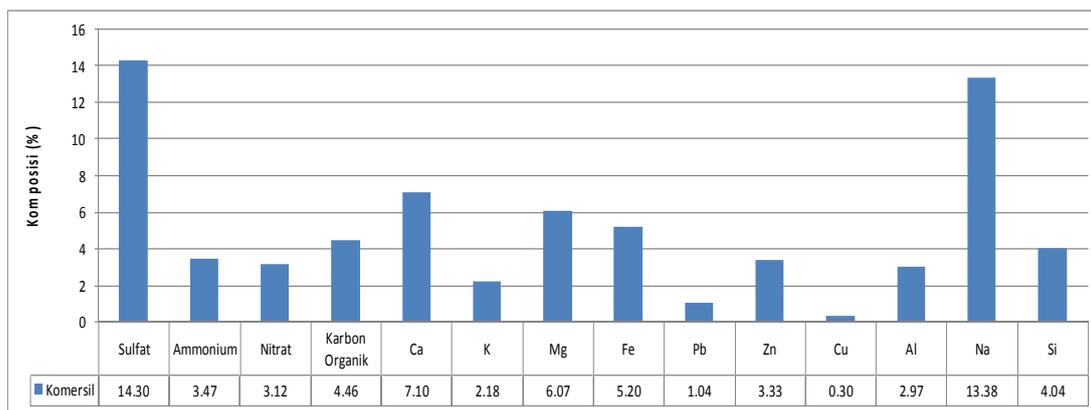
Komposisi kimia PM<sub>10</sub> untuk kawasan institusi berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil adalah Sulfat 12,51%, Na 10,93%, Ca 6,44%, Karbon Organik 6,75%, Mg 5,52%, Fe 4,83%, Ammonium 3,16%, Zn 2,90%, Nitrat 2,87%, Si 2,71%, Al 2,60%, K 1,99%, Pb 1,26% dan Cu 0,48%. Untuk kawasan komersil komposisi kimianya adalah Sulfat 14,30%, Na 13,38%, Ca 7,10%, Mg 6,07%, Fe 5,20%, Karbon Organik 4,46%, Si 4,04%, Ammonium 3,47%, Zn 3,33%, Nitrat 3,12%, Al 2,97%, K 2,18%, Pb 1,04% dan Cu 0,30%. Komposisi kimia terbesar dalam PM<sub>10</sub> pada kedua kawasan ini adalah senyawa Sulfat dan Na dengan komposisi lebih besar dari 10%. Gambar 3 dan Gambar 4 memperlihatkan komposisi kimia dalam PM<sub>10</sub> di kawasan institusi dan komersil.



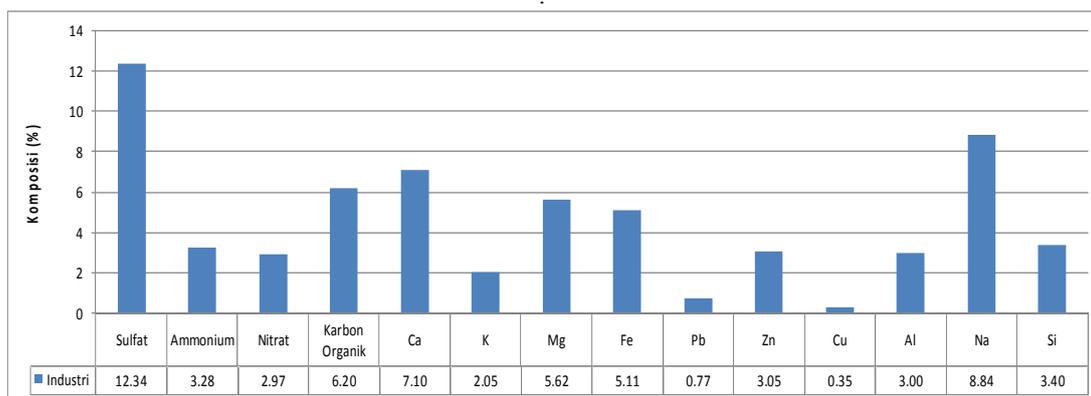
Gambar 2 Perbandingan Konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata Masing-masing Kawasan dengan Baku Mutu



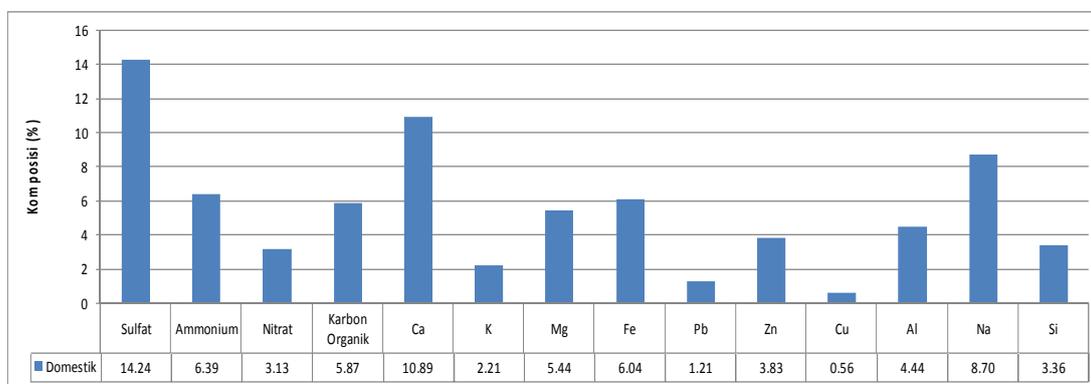
Gambar 3 Komposisi Kimia dalam PM<sub>10</sub> di Kawasan Institusi



Gambar 4 Komposisi Kimia dalam PM<sub>10</sub> di Kawasan Komersil



Gambar 5 Komposisi Kimia dalam PM<sub>10</sub> di Kawasan Industri



Gambar 6 Komposisi Kimia dalam PM<sub>10</sub> di Kawasan Domestik

Besarnya komposisi Sulfat dalam PM<sub>10</sub> di tempat lokasi diperkirakan berasal dari pembakaran bahan bakar dari aktivitas kendaraan bermotor terutama yang berbahan bakar solar, pembakaran minyak tanah untuk aktivitas memasak pedagang kaki lima yang berada di sekitar lokasi di kawasan komersil dan aktivitas memasak masyarakat di kawasan domestik. Aktivitas pembakaran bahan bakar ini akan mengemisikan gas SO<sub>x</sub> ke udara. Kehadiran uap air di udara akan mengubah gas SO<sub>x</sub> menjadi Asam Sulfat yang akan bereaksi dengan gas Ammonia membentuk partikel Sulfat. Dari literatur didapatkan komposisi kimia terbesar pada partikel halus adalah senyawa Sulfat, dikarenakan Sulfat lebih stabil berada pada partikel halus dalam bentuk Ammonium Sulfat, dengan persamaan sebagai berikut (Pakkanen, 2000):



Selain aktivitas pembakaran bahan bakar, Sulfat juga diperkirakan berasal dari proses alamiah yaitu semburan air laut yang mendispersikan garam-garam laut dan debu jalan yang teresuspensi kembali akibat tiupan angin. Keadaan ini biasanya menghasilkan partikel kasar Sulfat. Pada partikel kasar, keberadaan Sulfat berasal dari

reaksi Asam Sulfat dengan garam laut di daerah pantai atau dengan partikel tanah di daerah daratan dengan persamaan sebagai berikut:



Di dalam PM<sub>10</sub> terdapat partikel halus dan partikel kasar, oleh sebab itu di lokasi penelitian senyawa Sulfat terukur cukup besar

Selain senyawa Sulfat, komposisi terbesar lainnya dalam PM<sub>10</sub> di ke-empat lokasi sampling adalah logam Na dan Logam Ca. Logam Na diperkirakan berasal dari semburan air laut yang mendispersikan garam-garam laut ke udara. Komposisi logam Na cukup besar didapatkan di kawasan komersil dan institusi, dikarenakan jarak lokasi ini dengan Pantai Padang hanya 1- 2 km. Walaupun demikian untuk kawasan industri dan domestik dengan jarak dari Pantai Padang berkisar 6 -7 km, juga didapatkan komposisi logam Na yang cukup besar, meskipun di sekitar lokasi tidak ada sumber logam Na. Hal ini menandakan terjadinya transpor polutan dari kawasan sebelah Barat lokasi akibat adanya pengaruh angin laut, yang bergerak dari daerah lautan ke daratan yang umumnya terjadi pada siang hari. Logam Ca di keempat lokasi diperkirakan berasal dari debu tanah yang tertiuap angin dan debu jalan akibat aktivitas kendaraan bermotor. Untuk kawasan industri sumber lain logam Ca juga berasal dari penambangan batu kapur untuk industri semen, sedangkan untuk kawasan komersil keberadaan logam Ca juga diperkirakan dari aktivitas konstruksi bangunan pertokoan di sekitar lokasi.

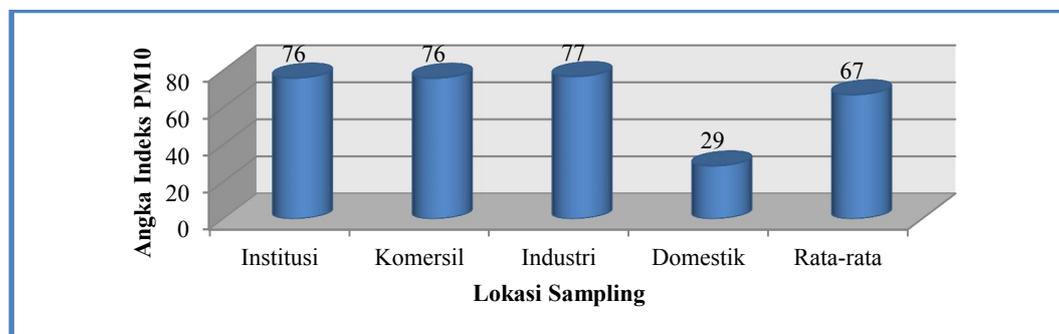
Karbon organik yang merupakan komposisi organik dari partikulat juga diperoleh cukup besar dikeempat lokasi penelitian, dengan komposisi berkisar antara 4-7%. Sumber karbon organik ini berasal dari emisi pembakaran mesin kendaraan bermotor dan pembakaran tanaman. Sesuai literatur, sumber karbon organik dari pembakaran mesin kendaraan dan pembakaran tanaman komposisinya besar dari 10% (Chow, 1995). Di kawasan institusi, komersil dan industri aktivitas kendaraan bermotor cukup tinggi, dikarenakan ketiga kawasan ini dilalui jalan-jalan utama Kota Padang. Pada kawasan domestik, sumber utama karbon organik berasal dari aktivitas pembakaran tanaman/ladang, yang biasa dilakukan masyarakat setempat setelah panen. Dari hasil pengamatan di lapangan didapatkan adanya aktivitas pembakaran tanaman yang dilakukan sebelum hari sampling.

#### 4.3 Analisis Angka Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Untuk melihat kategori kualitas udara ambien akibat keberadaan PM<sub>10</sub>, maka data hasil penelitian dianalisis dengan perhitungan indeks kualitas udara sesuai Kep. 45/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 7.

Tabel 3 Angka ISPU dan Kategori Tingkat Pencemaran PM<sub>10</sub>

Lokasi	Konsentrasi PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Angka ISPU PM <sub>10</sub>	Kategori
Institusi (Jl. Sudirman)	101,933	76	Sedang
Komersil (Pasar Raya)	101,770	76	Sedang
Industri (Lubuk Begalung)	103,493	77	Sedang
Domestik (Balai Baru)	28,630	29	Baik
<b>Rata-rata (Kota Padang)</b>	<b>83,957</b>	<b>67</b>	<b>Sedang</b>



Gambar 7 Angka ISPU untuk PM<sub>10</sub>

Dari tabel dan gambar di atas terlihat bahwa angka ISPU untuk  $PM_{10}$  di tiga kawasan yaitu kawasan institusi, komersil dan industri yang merupakan daerah urban Kota Padang memiliki nilai ISPU hampir sama yaitu berkisar antara 76 – 77 dengan kategori kualitas udara sedang. Hal ini dikarenakan konsentrasi rata-rata  $PM_{10}$  yang didapatkan dari hasil penelitian di ketiga lokasi ini juga hampir sama dengan rentang 101,770 – 103,493  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Namun untuk kawasan domestik nilai ISPU yang diperoleh cukup kecil yaitu 29 dengan kategori kualitas udara tergolong baik. Artinya tingkat kualitas udara akibat keberadaan partikel  $PM_{10}$  di kawasan domestik tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan atau nilai estetika.

Dari keempat kawasan yang diteliti didapatkan angka ISPU rata-rata untuk Kota Padang bernilai 67 dengan kategori kualitas udara tergolong sedang. Hal ini berarti tingkat kualitas udara akibat keberadaan  $PM_{10}$  di udara ambien Kota Padang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika. Untuk itu pengukuran konsentrasi  $PM_{10}$  di udara ambien Kota Padang tetap kontinu harus dilakukan karena telah mulai mengganggu estetika dan berdampak bagi tumbuhan yang sensitif.

Pengukuran dan pemantauan konsentrasi  $PM_{10}$  di udara ambien secara kontinu dapat dilakukan dengan menempatkan stasiun monitoring kualitas udara ambien otomatis di lokasi-lokasi yang merupakan daerah urban Kota Padang dan mewakili tata guna lahan seperti kawasan komersil, industri, institusi dan domestik. Stasiun ini juga harus ditempatkan di daerah yang merupakan *background*, agar dapat diperbandingkan. Dengan adanya stasiun monitoring kualitas udara ambien otomatis, masyarakat juga akan dapat mengetahui kualitas udara per waktu, dikarenakan data dari stasiun ini nanti akan dihubungkan dengan display yang ditempatkan di lokasi-lokasi strategis di pusat kota atau tempat keramaian, sehingga upaya pencegahan dan pengendalian pencemaran udara dapat diantisipasi sedini mungkin. Di Kota Padang stasiun monitoring kualitas udara ambien otomatis ini belum ada, untuk itu perlu dilakukan pengukuran secara sesaat maupun berkala secara manual, agar dapat diprediksi juga kualitas udara akibat keberadaan pencemar di udara ambien Kota Padang.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian analisis kualitas udara akibat pencemar udara  $PM_{10}$  di Kota Padang dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Konsentrasi  $PM_{10}$  (total 24 jam) rata-rata di kawasan institusi adalah 101,933  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kawasan komersil 101,770  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kawasan industri 103,493  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan kawasan domestik adalah 28,630  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi tersebut belum ada yang melewati baku mutu udara ambien PP No. 41 Tahun 1999 yaitu sebesar 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Senyawa Sulfat merupakan komposisi kimia terbesar dalam  $PM_{10}$  di keempat kawasan, yaitu berkisar 12,34 – 14,30 %. Sumber partikulat Sulfat diperkirakan berasal dari pembakaran bahan bakar dari aktivitas kendaraan bermotor, aktivitas memasak dan aktivitas pembakaran tanaman atau lading. Selain itu juga dari proses alamiah yang berasal dari semburan air laut dan debu tanah yang tertiuap angin.
- Angka ISPU  $PM_{10}$  untuk kawasan institusi, komersil dan industri berkisar antara 76-77, yang dikategorikan sedang. Untuk kawasan domestik nilainya 29 yang dikategorikan masih baik. Angka ISPU  $PM_{10}$  rata-rata untuk Kota Padang sebesar 67 dengan kategori sedang. Hal ini berarti pencemar  $PM_{10}$  tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika.

## Daftar Pustaka

- [1] Chong, N.S., Sivaramkrishnan, K., Marion, W. (2002). *Characterization of Inhalable Particulate Matter in Ambient Air by Scanning Electron Microscopy and Energy-dispersive X-ray Analysis*, Electronic Journal of Environmental, Agricultural, and Food Chemistry, 1 (3), 145-164
- [2] Chow J. C., (1995). *Measurement Methods to Determine Compliance with Ambient Air Quality Standards for Suspended Particles*, Journal of Air & Waste Management Association, 45, 1995, 320-382
- [3] Hien et al., (2003). *Source of  $PM_{10}$  in Hanoi and Implications for Air Quality Management* [http://www.Cleanairnet.Org/baq2003/1496/articles/58117\\_resource\\_1.doc](http://www.Cleanairnet.Org/baq2003/1496/articles/58117_resource_1.doc).
- [4] Kep. 45/MENLH/10/1997 tentang *Indeks Standar Pencemar Udara*
- [5] Lodge, James P. JR, (1989). *Methods of Air Sampling and Analysis*, 3<sup>rd</sup> edition, Intersociety Committee, AWMA-ACS-AICHe- APWA-ASME- AOAC-HPS-ISA, Lewis Publisher, Michigan.

- 
- [6] Morowska et al., (2002). *Particle characterization for The Purpose of Expose and Health risk Studies*. European Commission. <http://www.WHO-INT>.
- [7] Pakkanen, Tuomo et al., 2000, *Atmospheric Particulate Matter In Urban Environments*, A Contribution to Subproject SATURN. <http://aix.meng.auth.gr/saturn/annualrep00/Pakkanen.PDF>
- [8] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- [9] Ruslinda, Y. (2002). *Studi Pembentukan Senyawa Sulfat dan Nitrat di Udara Ambien Kota Bandung*, Tesis, Jurusan Teknik Lingkungan ITB
- [10] SNI 19-7119.6-(2005), *Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien*, Badan Standarisasi Nasional
- [11] World Bank, (2003). *The Science of Health Impacts of Particulate Matter*, Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP) South Asia Urban Air Quality Management Briefing, UNDP, Note No.13.