

**IDENTIFIKASI KONTRIBUSI PENCEMARAN  $PM_{10}$  DENGAN  
METODE RESEPTOR *POSITIVE MATRIX FACTORIZATION* (PMF)  
STUDI KASUS : KOTA PEKANBARU PROVINSI RIAU**

**Gazza Aidhil Ridzky<sup>\*</sup>, Badrus Zaman<sup>\*\*</sup>, Haryono S Huboyo<sup>\*\*</sup>**

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
email: [gazzaridzky@gmail.com](mailto:gazzaridzky@gmail.com)

**Abstrak**

Partikulat merupakan salah satu indikator pencemar udara yang keberadaannya selalu dipantau. Keberadaan partikulat ini terutama partikulat dengan diameter 10 mikrometer atau dikenal dengan  $PM_{10}$  konsentrasinya selalu dipantau pada salah satunya adalah Stasiun Pemantauan Pencemar Udara Sukajadi, Kota Pekanbaru Provinsi Riau. Namun, hasil konsentrasi yang dipantau hanya akan menggambarkan besaran dari konsentrasi  $PM_{10}$  tersebut sehingga belum dapat menggambarkan kemungkinan sumber-sumber pencemar dari partikulat tersebut di Kota Pekanbaru. Penelitian ini akan membahas mengenai konsentrasi komposisi kimiawi yang terkandung di dalam partikulat melalui analisis kimia filter pemantauan yang terdapat pada Stasiun Pemantauan Sukajadi, Kota Pekanbaru dengan menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma* (ICP) dan *Ion Chromatography* (IC). Hasil analisis komposisi kimia yang didapatkan berupa unsur logam dan ion yang terdiri As, Bi, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Ti, U, Zn, Fe, W, Mo, Hg, Cl,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  dan  $Na^+$ . Hasil tersebut selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan software EPA-PMF untuk mengetahui sumber yang potensial serta besaran kontribusinya terhadap pencemar partikulat yang ada di Kota Pekanbaru. Hasil yang didapatkan adalah kemungkinan sumber-sumber dari pencemar  $PM_{10}$  adalah bersumber dari Pembakaran Vegetasi dengan kontribusi sebesar 39,86%, Kendaraan Bermotor 15,65%, Industri (Boiler Batubara) 17,11%, Lahan Pertanian 16,97% dan Debu Tanah 10,41%

**Kata kunci:** Partikulat,  $PM_{10}$ , FaktorSumber, Kontribusi Sumber, EPA-PMF.

**Abstract**

**[Identification of Aportionment  $PM_{10}$  Polution with Positive Matrix Factorization (PMF) Receptor Method Case Study: Pekanbaru City Province of Riau].** Particulate is one of the indicator of air pollution where the government always monitoring it's concentration. The existence of this particulate concentration especially Particulate Matter 10 known as  $PM_{10}$  monitored by Monitoring Station at Sukajadi, Pekanbaru City. Unfortunately, the result of the monitoring, give us an information about  $PM_{10}$  concentration only. So that information cannot show us about a potential sources of that particulate in Pekanbaru City. This research will explain about a concentration of chemical composition inside of that particulate from the analysis of the filter sampel from Sukajadi's monitoring station at Pekanbaru with *Inductively Coupled Plasma* (ICP) and *Ion Chromatography* (IC). The result of chemical composition consist of Metal and ion components as As, Bi, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Ti, U, Zn, Fe, W, Mo, Hg, Cl,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  and  $Na^+$ . The analysis results will be used as input data to EPA-PMF software for analyzing a potential source and it contribution to particulate. By the result of EPA-PMF software, there're a five potential sources of the particulate Matter 10 such as Vegetation Burning (39,86%), Motor Vehicle (15,65%), Industrial with Coal Boiler (17,11%), Agriculture (16,97%) and, Soil Dust (10,41%).

**Keywords:** Particulate,  $PM_{10}$ , Source Factor, Source Contribution, EPA-PMF

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Bencana kebakaran yang terjadi pada beberapa wilayah Provinsi Riau, Kota Pekanbaru pada tahun 2015 silam merupakan salah satu pencemaran udara yang diakibatkan dari kebakaran lahan. Pencemaran udara dapat dihasilkan melalui kabut asap yang pekat yang berasal dari pembakaran lahan, emisi kendaraan bermotor sehingga menimbulkan banyak dampak buruk bagi manusia tidak hanya dari segi kesehatan, tetapi juga dari segi aktivitas manusia sehari-hari. Selain itu, adanya industri dan kegiatan konstruksi serta debu jalan raya dapat menjadi faktor adanya Pencemaran udara pada suatu kawasan. Udara yang telah tercemar tersebut mengandung zat pencemar yang terdiri dari Karbon Monoksida (CO), Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), partikel-partikel (*Particulate*), Hidrokarbon serta zat kimia lainnya.

*Particulate Matter* atau yang biasa dikenal dengan istilah PM adalah istilah untuk partikel padat atau cair yang ditemukan pada udara. Partikel ini terdiri dari beberapa ukuran dan bentuk yang tersusun dari berbagai macam komponen kimiawi. Salah satu komponen yang terkandung di dalam pencemar udara yang ada di Provinsi Riau ini adalah PM<sub>10</sub> (*Particulate Matter 10*). PM<sub>10</sub> adalah salah satu dari lima indikator

pemantauandariudaraambienperkotaan yang dipantau melalui Index Standar Pencemaran Udara (ISPU). Lima indikator tersebut di antaranya adalah PM<sub>10</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dan O<sub>3</sub>. Indikator ini dipilih karena kandungannya yang dominanpadaudaraambien. PM<sub>10</sub> yang melebihi ambang batas secara terus-menerus ini akan menimbulkan efek/dampak terhadap kesehatan masyarakat seperti gangguan pernafasan pada manusia dan dapat menjadi penghambat

tumbuhanuntukmelakukanfotosintesa (Chrisdayantidan Sudarsono,2015). Selama ini, kita hanya disajikan data berupa konsentrasi actual mengenai lima indikator pencemar udara salah satunya PM<sub>10</sub> tanpa mengetahui sumber penghasil dan komposisi unsurkimiapenyusunpartikulattersebut.

Mengetahui sumber dan komposisi unsur kimia yang terkandung di dalampartikulatakanmenjadihal yang sangat

monumental untuk menentukan kebijakan terutama dalam hal menentukan baku mutu suatu unsur tertentu. Berdasarkan hal tersebut, menjadi penting untuk mengetahui sumber dan komposisi dan besaran konsentrasi unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam pencemar PM<sub>10</sub> yang ada di Kota Pekanbaru.

Kontribusi sumber dari PM<sub>10</sub> yang terdapatpadaudaraambien yang ada di Provinsi Riau dapat diketahui dengan baik menggunakanmetodereseporpermodelan. Ada banyak terdapat jenis model yang dikeluarkan oleh US-EPA (*United States Environmental Protection Agency* yaitu salah satunya adalah *Positive Matrix Factorization* (PMF) yang merupakan model keluaran terbaru dengan metode yang lebih teliti dan sempurnadibanding model sebelumnya.Modelinimemilikikemampuan untuk

memetakandenganjelaspresentasesumberpenghasilutama PM<sub>10</sub> dengan melakukan iterasi/*running* kemungkinan-kemungkinan konsentrasi massa spesies kimia yang terkandung di dalam filter pemantauan PM<sub>10</sub> yang diambil selama 24 jam. Berdasarkan adanya kandungan PM<sub>10</sub> dan belum diketahuinya unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam PM<sub>10</sub> serta belum diidentifikasinya sumber penghasil utama yang menghasilkan PM<sub>10</sub> yang menjadi pencemar di Kota PekanbaruProvinsi Riau tersebut, makadilakukanlahpenelitianini.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi unsur kimia dan sumber utama penghasil PM<sub>10</sub> di Kota PekanbaruProvinsi Riau dan menjadikan hasil penelitian tersebut sebagai langkah untuk menentukan kebijakan dalam rangka upaya pemantauan kualitas udara dan Pengelolaan Kualitas Lingkungan serta menjadi solusi penanganan untuk pencemaran udara yang berada di Kota PekanbaruProvinsi Riau ini.

## METODE

### Konsentrasi dan Komponen Kimiawi

#### Spesies Kimia PM<sub>10</sub>

Sampel filter yang digunakan untuk menjerap PM<sub>10</sub> yang berasal dari alat pemantauan kualitas udara BAM-1020 yang

didapat pada periode pemantauan, diuji di laboratorium untuk mendapatkan konsentrasi massa dari spesies kimia atau komposisinya yang dikandung di dalam PM<sub>10</sub> pada filter tersebut. Data konsentrasi ini didapat dari hasil pemantauan langsung di stasiun pemantauan kontinyu selama periode tertentu. Pada analisa komposisi filter yang digunakan adalah filter pada saat pemantauan langsung.

Simpangan baku juga merupakan data yang penting untuk input PMF oleh karena itu, dalam perhitungan konsentrasi tiap sampel maupun konsentrasi spesies kimia ikut dihitung nilai simpangan baku, atau yang dalam PMF disebut dengan *uncertainty*. Analisa dilakukan di Laboratorium. Data ini nantinya akan digunakan sebagai data *input* hasil analisa PMF untuk melihat karakteristik PM<sub>10</sub> di area studidengankondisieksisting. Berdasarkan analisis laboratorium, terdapat 25 spesies kimiawi yang terdiri dari 2 parameter utama yang dianalisa pada sampel PM<sub>10</sub>, yaitu analisis elemen logam yang terdiri dari 19 unsur (As, Bi, Cr, Cs, Cu, K, Li, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Ti, U, Zn, Fe, W, Mo, Hg) dengan metode analisis menggunakan *Inductively Coupled Plasma* (ICP) dan analisis elemen kation-anion (ion) yang terdiri dari 7 elemen ion (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> dan Na<sup>+</sup>) dengan metode analisis menggunakan *Ion Chromatography* (IC).

### Reseptor Model *Positive Matrix*

#### *Factorization* (PMF)

Reseptor *Positive Matrix Factorization* (PMF) ini didasarkan pada permodelan matematikadan pendekatan suatu fenomena fisik. Reseptor modeling ini membutuhkan data sampel adalah minimal sebanyak 48 pasang (96 buah) dengan data unsur yang terdiri dari minimal 20 unsur. Reseptor model ini menggunakan *fit-weighted least-squares* dengan error yang diketahui nilainya, melakukan estimasi dari matriks data unsur-unsur yang ada sehingga memperoleh bobot masing-masing. Di dalam PMF ini matrix X dengan dimensi data baris n dan kolom m, dengan n dan m adalah jumlah sampel dan jumlah unsur kimia yang teridentifikasi. Data tersebut dapat difaktorisasi kedalam dua matriks yang disebut G dan F. G adalah matriks n x p

*source contribution* terhadap sampel (*time variation*). Matriks F adalah matriks p x m komposisi sumber (*source profile*) dengan p merupakan jumlah faktor konsentrasi massa dari filter sampel yang diekstraksi di laboratorium. Faktor model PMF dapat ditulis sebagai berikut,

$$X = G F + E \quad (1)$$

E didefinisikan sebagai residual matriks, perbedaan antara pengukuran X dan permodelan Y dinyatakan sebagai faktor G dan F. Residual, e, didefinisikan sebagai

$$E_{ij} = X_{ij} - \sum_{k=1}^p G_{ik} F_{kj} \quad (2)$$

Untuk meminimalisasi jumlah kuadrat residual kebalikan dengan estimasi error masing-masing data, Q<sub>1</sub> didefinisikan sebagai berikut

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left( \frac{E_{ij}}{S_{ij}} \right)^2 \quad (3)$$

Lebih lanjut, PMF ini akan menghasilkan semua G dan F bernilai positif, dalam arti bahwa sumber pencemaran yang teridentifikasi tidak akan memiliki konsentrasi unsur kimia yang bernilai negative (  $f_{kj} \geq 0$  ) dan sampel tidak memiliki *source contribution* yang negative (  $g_{ik} \geq 0$  )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemantauan Konsentrasi Aktual PM<sub>10</sub> di Stasiun Pemantauan Sukajadi Kota Pekanbaru

Berdasarkan hasil konsentrasi PM<sub>10</sub> aktual yang dilakukan secara kontinyu selama 24 Jam pada stasiun Pemantau Sukajadi Kota Pekanbaru Provinsi Riau didapatkan bahwa konsentrasi rata-rata harian tertinggi PM<sub>10</sub> selama periode pemantauan Bulan September- Oktober 2015 dan Bulan Januari 2016 adalah konsentrasi pada Tanggal 23 Oktober 2015 dengan konsentrasi PM<sub>10</sub> sebesar  $569 \pm 12,337 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi tersebut telah melebihi ambang batas harian baku mutu PM<sub>10</sub> sebesar 4x atau 37,3 % dari Baku Mutu Nasional yaitu sebesar  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Selama masa periode pemantauan, didapatkan konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata bulanan yang paling tinggi adalah pada periode pemantauan Bulan September Tahun 2015 dengan konsentrasi sebesar 310,307 ± 122.989 µg/m<sup>3</sup> sedangkan rata-rata konsentrasi PM<sub>10</sub> bulanan yang paling rendah adalah pada periode pemantauan Bulan Januari dengan konsentrasi sebesar 18,818 ± 7.197 µg/m<sup>3</sup>. Bulan Januari menjadi satu-satunya periode pemantauan dengan nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> yang berada di bawah Baku Mutu Udara Ambien Nasional yaitu sebesar 150 µg/m<sup>3</sup> dengan nilai rata-rata konsentrasi bulanan adalah sebesar 18,818 µg/m<sup>3</sup> dan menjadikan periode pemantauan Bulan September dan Oktober 2015 sebagai periode pemantauan dengan nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata bulannya di atas Baku Mutu Udara Ambien Nasional.

**Tabel 1** Konsentrasi PM<sub>10</sub> Rata-Rata Bulanan Kota Pekanbaru Stasiun Pemantauan Sukajadi Provinsi Riau

No.	Waktu Pemantauan	Konsentrasi PM 10 (Dalam µg/m <sup>3</sup> )
1	September	310.307
2	Oktober	247.098
3	Januari	18.818
	<b>Rata-Rata</b>	<b>192.074</b>

#### Kualitas PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru

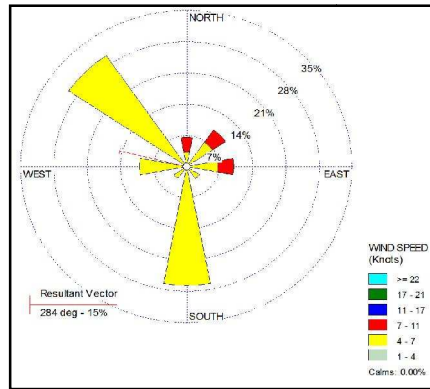
Berdasarkan hasil perhitungan nilai ISPU, didapatkan pada periode pemantauan yang dilakukan pada Bulan September 2015 terdapat 40% nilai ISPU dalam kategori “Tidak Sehat” yang berarti berefek kepada penurunan jarak pandang dan terjadi pengotoran debu di mana-mana. Kemudian, 26,7 % nilai ISPU berada di dalam kategori “Sangat Tidak Sehat” yang akan membuat meningkatnya sensitivitas pada pasien penderita asma dan bronchitis. Untuk Kategori “Sedang”, nilai ISPU pada periode ini mendapatkan porsi sebesar 13,3%. Sedangkan 20% nilai ISPU berada pada rentang kategori “Berbahaya” di mana pada kategori ini udara Kota

Pekanbaru telah beralih kepada tingkat yang berbahaya bagi populasi yang terpapar. Nilai ISPU yang didapatkan pada periode pemantauan Bulan September 2015, tidak terdapat kategori yang menunjukkan ISPU dalam kualitas “Baik”. Hasil perhitungan Nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) untuk periode pemantauan PM<sub>10</sub> yang dilakukan pada Bulan Oktober 2015 adalah pada nilai ISPU dengan kategori “Tidak Sehat” dan “Sedang”, pada periode pemantauan Bulan Oktober 2015 adalah sama-sama memperoleh persentase sebesar 32,3%. Kategori ini mengalami penurunan sebesar 7,7% untuk kategori “Tidak Sehat”. Sedangkan untuk kategori “Sedang”, mengalami kenaikan sebesar 19% dibandingkan dengan nilai kategori ISPU pada periode pemantauan Bulan September 2015. Pada kategori “Berbahaya” untuk periode bulan Oktober terjadi penurunan sebanyak 0,6% menjadi 19,4%. Dilanjutkan untuk kategori “Sangat Tidak Sehat” dan Kategori “Baik” adalah berturut-turut sebesar 9,7% dan 6,5%. Periode pemantauan konsentrasi PM<sub>10</sub> yang dilakukan pada Bulan Januari 2016 menghasilkan nilai ISPU hasil perhitungan adalah 100% untuk kategori “Baik”. Hal ini dikarenakan nilai ISPU yang didapatkan berada pada rentang nilai ISPU antara 0-50 dan tidak ada satupun yang melewati batas itu sehingga nilai ISPU pada periode Bulan Januari 2016 ini seluruhnya yaitu 100% adalah pada kategori “Baik”.

#### Pemantauan Arah Angin Kota Pekanbaru

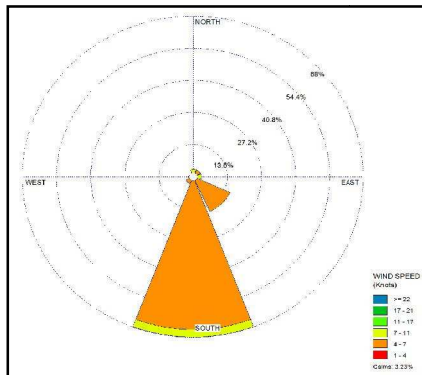
Keberadaan partikulat pada suatu lingkungan an perkotaan akan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor aktivitas disekitar/aktivitas local dan keadaan alami dalam hal ini adalah arah angin yang akan menjadi penentu jumlah konsentrasi atau keberadaan partikulat pada suatu empat. Arah angin dan kecepatan angin secara langsung akan mempengaruhi persebaran partikulat karena partikulat tersebut dapat menempuh jarak yaitu sebesar 100-1000 km (Primabudi 2005, dalam Widiastuti 2008).

Berdasarkan hasil pemetaan arah angin menggunakan *software* WR. Plot, pada periode pemantauan Bulan September, angin didominasi bertiup dari arah Barat Laut (30%) dan dari arah Selatan (25%)



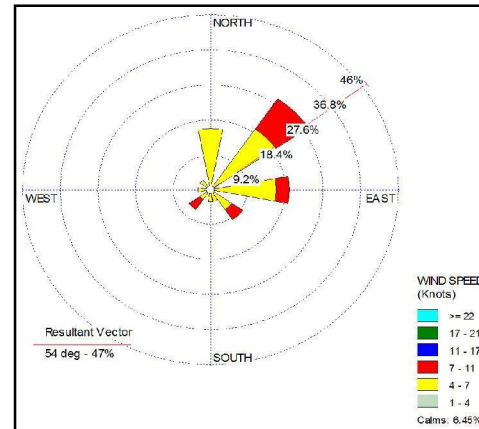
**Gambar 1**  
**Arah Angin Periode Pemantauan Bulan**  
**September 2015**

Pemantauan arah angin pada Bulan Oktober 2015, arah angin yang terpantau adalah sebesar 68 % angin berhembus dari arah Selatan dan sebesar 13,7% berasal dari arah Tenggara.



**Gambar 2**  
**Arah Angin Periode Pemantauan Bulan**  
**Oktober 2015**

Pemantauan arah angin yang pada periode pemantauan Bulan Januari 2016, angin didominasi berhembus dari arah Timur Laut stasiun pemantauannya dengan presentase sebesar 27,6% dan berhembus dari arah Timurnya dengan presentase sebesar 18,5%.

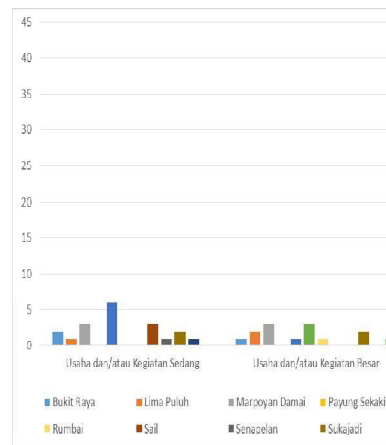


**Gambar 3**  
**Arah Angin Periode Pemantauan Bulan**  
**Januari 2015**

### Inventarisasi Industri Kota Pekanbaru

Menurut Primabudi (2005), dalam melakukan studi kontribusi partikulat, kegiatan industri yang harus dipertimbangkan adalah kegiatan industri yang berada di daerah sekitar titik pemantauan partikulat.

Kegiatan industri yang terdapat pada Kecamatan Pekanbaru Kota, terbagi atas 3 jenis industri di antaranya adalah Industri Besar, Industri Sedang, dan Industri Kecil.



**Gambar 4**  
**Grafik Jumlah Kegiatan Industri**  
**Kecamatan Pekanbaru Kota**

### Komposisi Kimiawi PenyusunPM<sub>10</sub>

Terdapat total 30 filter PM<sub>10</sub> yang dikumpulkan di area pemantauan Sukajadi, Kota Pekanbaru, dilakukan analisa kimia untuk mengetahui secara detail komponen kimia yang terdapat pada sampel PM<sub>10</sub>. Filter yang dianalisis adalah pada periode pemantauan Bulan September 2015. Analisis kimia dilakukan kepada setiap filter pemantauan dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma* (ICP). Dari analisis kimiawi, didapatkan 19 elemen yang bervariasi dari Arsenik (As) sampai dengan Merkuri (Hg). Analisis kimiatambahdilakukan dengan ion kromatografi untuk mendapatkan beberapa species ion, yaitu adalah Klorin (Cl<sup>-</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), ion potassium (K<sup>+</sup>), Magnesium (Mg<sup>2+</sup>), dan ion Kalsium (Ca<sup>2+</sup>).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, rata-rata komposisi kimiawi yang terkandung di dalam PM<sub>10</sub> didominasi oleh Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) yaitu sebesar 10,583± 2,673 µg/m<sup>3</sup> atau sebesar 3,41% dari rata-rata total massa PM<sub>10</sub>. SesuaidenganpendapatPrimabudi, 2005 bahwa SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dapat muncul sebagai partikel primer/partikel yang langsungdiemisikandarisumberseperti emisi yang berasal dari mesin diesel (kendaraan bermotor) dan dapat dimungkinkan berasal dari pembakaran vegetasi seperti halnya Natrium (Na) yang juga merupakan unsur penanda dari pembakaran vegetasi dan garam laut (EPA,2004 di dalamPrimabudi, 2005) dengankonsentrasi sebesar 5,372 ± 0,705 µg/m<sup>3</sup> denganpresentase 1,73 % dari total massa rata-rata PM<sub>10</sub> pada Bulan September 2015. Komposisi Kalium (K) juga cukup besar yaitu 0,611 ± 0,141 µg/m<sup>3</sup>. MenurutRixon, 2015 komposisi K yang tinggi ini, merupakan elemen penanda dari pembakaran vegetasi

Unsur Ca<sup>2+</sup>, dan Mg<sup>2+</sup> masing-masing memberikan kontribusi komposisi sebesar 0,32 % dan 0,02% terhadap rata-rata massa PM<sub>10</sub> total. Elemen-elemen tersebut merupakan unsur penanda/indikator yang kuat dari sumber tanah alami / faktor geologi seperti pecahan batuan, tanah, debu konstruksi, dan lain sebagainya.

Parameter	Konsentrasi (µg/m <sup>3</sup> )	Standar Deviasi
As	0.026	0.005
Bi	0.021	0.007
Cr	0.126	0.200
Cs	0.267	0.066
Cu	0.004	0.008
K	2.620	1.044
Li	0.023	0.007
Mn	0.024	0.002
Ni	0.019	0.007
Pb	0.013	0.043
Rb	1.287	0.303
Se	0.001	0.004
TI	0.003	0.003
U	0.037	0.020
Zn	1.371	0.499
Fe	0.025	0.058
W	0.196	0.294
Mo	0.045	0.002
Hg	0.133	0.216
Cl <sup>-</sup>	1.437	0.342
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.457	0.597
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	10.583	2.673
K <sup>+</sup>	0.611	0.141
Mg <sup>2+</sup>	0.051	0.046
Ca <sup>2+</sup>	0.992	0.944
Na <sup>+</sup>	5.372	0.705
Massa	310.307	170.431

**Tabel 2 Analisis Komposisi Spesies Kimia Sampel PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru (Bulan September 2015)**

### Korelasi Antar Komponen Kimia PM<sub>10</sub>

Korelasi atau hubungan antar suatu elemen unsur/komposisi kimia yang terdapat di dalam

PM<sub>10</sub> dapat menunjukkan bahwa elemen tersebut berasal dari suatu sumber yang sama. Selanjutnya, hubungan antara komposisi kimia tersebut akan dibaca oleh reseptor untuk melihat seberapa jauh komponen-komponen dari elemen kimia tersebut saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya dengan melihat nilai korelasi/hubungan yang sedang (0,50-0,70) dan hubungan yang sangat kuat (>0,7) (Yamindan Kurniawan, 2009), sehingga akan mengindikasikan bahwa spesies yang memiliki korelasi dengan nilai yang kuat tersebut adalah berasal dari sumber yang sama.

Berdasarkan US-EPA 2004, dapat ditentukan scenario penentuan sumber-sumber yang memiliki potensi untuk memberikan kontribusi pada species kimia PM<sub>10</sub>. Konsentrasi dari elemen Debu Tanah, Mg<sup>2+</sup> dan Ca<sup>2+</sup> saling berkorelasi kuat dengan nilai sebesar 0,868. Komponen seperti Kromium (Cr) dan Timbal (Pb) yang dimungkinkan merupakan unsur penanda dari kendaraan bermotor, saling berkorelasi dengan nilai 0,656. Komposisi kimia yang terdapat di dalam PM<sub>10</sub> juga saling berkorelasi antara unsur Cu dan Zn dengan nilai korelasi sebesar 0,253 dan unsur Cu yang berkorelasi dengan unsur Fe dengan nilai korelasi 0,660 yang mana unsur-unsur tersebut dimungkinkan sebagai unsur penanda dari industry pertanian. Unsur Se dan Ti yang merupakan unsur penanda dari PLTU atau industry yang menggunakan boiler batu bara (EPA, 2004 dalam Primabudi, 2005) berkorelasi dengan nilai 0,520. Elemen unsur SO<sub>4</sub><sup>-</sup> dan K<sup>+</sup> yang merupakan unsur penanda dari kegiatan pembakaran vegetasi, juga saling berkorelasi dengan nilai 0,422.

### Profil Sumber dan Estimasi Kontribusi

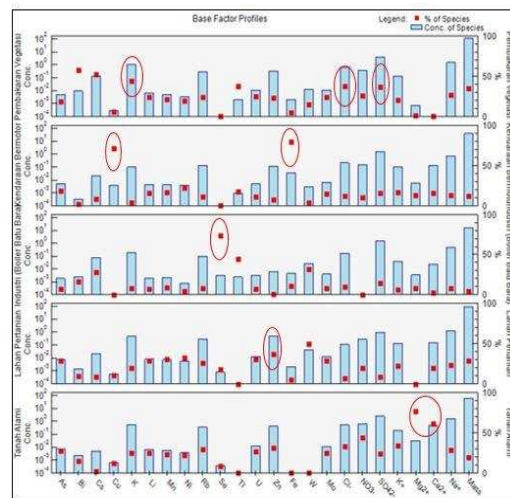
#### Faktor Sumber PM<sub>10</sub> Minggu Pertama

#### Pemantauan Bulan September 2015

Hasil analisis kimia yang dilakukan pada sampel filter PM<sub>10</sub> periode pemantauan Bulan September Tahun 2015, diinput ke dalam PMF setiap minggunya yang dimulai untuk *running* PMF minggu pertama Bulan September 2015 yaitu Tanggal 1-7 September 2015, Minggu

kedua, 8-14 September 2015, minggu ketiga dengan periode 15-21 September 2015 dan *running* PMF minggu keempat yaitu Tanggal 22-30 September 2015. Hal tersebut dilakukan untuk melihat presentase kenaikan atau penurunan faktor-faktor tertentu yang terdapat di dalam sampel PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru sehingga, nantinya hasil *running* PMF yang dilakukan tiap minggunya akan mengetahui kecenderungan kontribusi faktor sumber pencemar PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru di dalam waktu satu Bulan, yaitu pada periode pemantauan Bulan September Tahun 2015.

Berdasarkan *running* PMF yang dilakukan untuk waktu minggu pertama Tanggal 1-7 September 2015, didapatkan 5 jenis faktor sumber PM<sub>10</sub> potensial yang berhasil dimodelkan oleh PMF diantaranya untuk faktor pertama adalah Pembakaran Vegetasi (34,7%), faktor kedua berasal dari Kendaraan Bermotor (11,9%), dilanjutkan faktor ketiga yang berhasil dideteksi adalah Industri dengan boiler berbahan bakar batu bara (4,9%), faktor keempat adalah bersumber dari Lahan Pertanian (28,5%), serta faktor sumber kelima yang berasal dari Debu tanah (19,9%).



#### Keterangan :

- : Presentase Kontribusi Unsur/senyawa Terhadap Faktor Sumber (%)
- : Konsentrasi Komposisi unsur/senyawa (μg/m<sup>3</sup>)

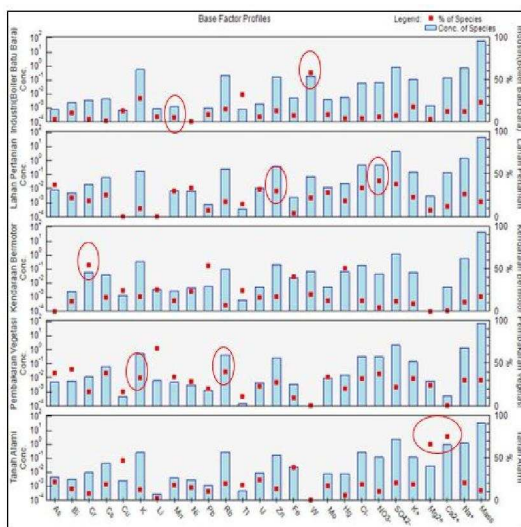
**Gambar 5**  
**Komposisi Unsur pada Setiap Faktor Sumber Minggu Pertama September 2015**

**Profil Sumber dan Estimasi Kontribusi Faktor Sumber PM<sub>10</sub> Minggu Kedua Pemantauan Bulan September 2015**

Faktor sumber pada minggu kedua September 2015 yang dapatdikarakterisasi PMFdiantaranyautuk faktor pertama adalah dari Kendaraan Bermotor (18,3%), faktor kedua bersumber dari Lahan Pertanian (9,30%), dilanjutkan faktor ketiga yang berhasil dideteksi adalah Industri dengan Boiler berbahan bakar Batu Bara (2,4%), faktor keempat adalah bersumber dari pembakaran vegetasi (64,2%) dan Debu Tanah (5,90%) menjadi faktor sumber kelima yang berhasildikarakterisasi.

**Profil Sumber dan Estimasi Kontribusi Faktor Sumber PM<sub>10</sub> Minggu Ketiga Pemantauan Bulan September 2015**

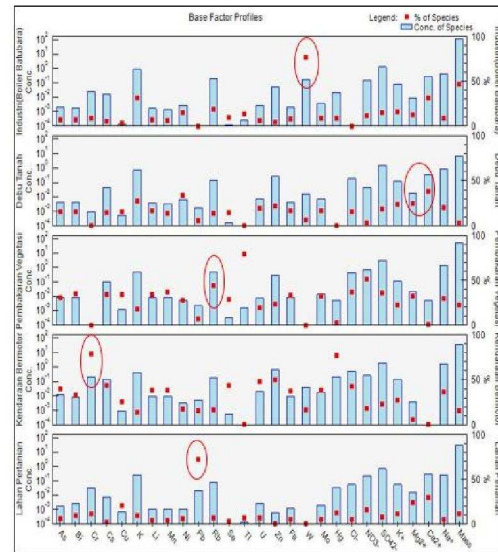
Berdasarkan *running* PMF yang dilakukan pada periode waktu minggu ketiga Tanggal 15-21 September 2015, didapatkan 5 jenis faktor sumber PM<sub>10</sub>denganpresentase yang berbedadengan 5 faktor sumber yang ada pada minggu pertama dan kedua. Faktor sumber yang dapatdikarakterisasi PMF diantaranyauntuk faktor pertama adalah dari Industri dengan Boiler Batu bara (23,7%), faktor kedua berasal dari Lahan Pertanian (19,1%), dilanjutkan faktor ketiga yang berhasil dideteksi adalah Kendaraan Bermotor (16,9%), faktor keempat adalah Pembakaran Vegetasi (30,4%) dan Debu Tanah (11,50%) menjadi faktor kelima yang berhasil dikarakterisasi PMF.



**Gambar 6**  
**Komposisi Unsur pada Setiap Faktor Sumber Minggu Ketiga September 2015**

**Profil Sumber dan Estimasi Kontribusi Faktor Sumber PM<sub>10</sub> Minggu Ketiga Pemantauan Bulan September 2015**

Berdasarkan *running* PMF yang dilakukan pada periode terakhir di Bulan September 2015 yaitu pada minggu keempat, didapatkan 5 jenis faktor sumber PM<sub>10</sub>denganpresentase yang berbedadengan 5 faktor sumber yang ada pada minggu pertama dan kedua serta minggu ketiga. Faktor sumber yang dapatdikarakterisasi PMF diantaranyauntuk faktor pertama adalah dari Industri dengan Boiler Batu Bara, faktor kedua berasal dari Debu Tanah, dilanjutkan faktor ketiga yang berhasil dideteksi adalah Kendaraan Pembakaran Vegetasi, faktor keempat adalah Kendaraan Bermotor danLahanPertanianPertanianmenjadifaktorkelima yang berhasildikarakterisasi PMF untukperiode minggu keempat ini.



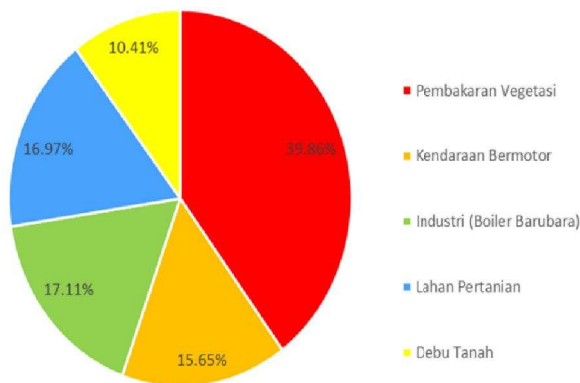
**Gambar 7**  
**Komposisi Unsur pada Setiap Faktor Sumber Minggu Keempat September 2015**



### Profil Sumber dan Estimasi Kontribusi Faktor Sumber PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru

Berdasarkan hasil *running* PMF yang dilakukan pada periode mingguan yang diawali pada minggu pertama hingga minggu keempat Bulan September 2015, maka dapat diketahui rata-rata kontribusi tiap faktor yang mempengaruhi pencemar PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru.

Faktor sumber yang berasal dari Pembakaran Vegetasi, menjadi faktor yang memberikan kontribusi terhadap pencemar PM<sub>10</sub> yang paling dominan dari rata-rata hasil *running* dari minggu ke-1 hingga minggu ke-4 yaitu sebesar 39,86 %. Faktor sumber Industri dengan Boiler Batu Bara, menjadi faktor kedua yang memberikan kontribusi 17,11% terhadap pencemar PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru. Kontribusi sebesar 16,97%, diberikan oleh faktor sumber Lahan Pertanian dan kontribusi sebesar 15,65% merupakan faktor sumber yang berasal dari Kendaraan Bermotor. Faktor sumber Debu Tanah merupakan faktor sumber yang memberikan kontribusi paling kecil terhadap pencemar PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru dengan presentase sebesar 10,41%.



**Gambar 8**  
Kontribusi Faktor Sumber terhadap Pencemar PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan uraian hasil dan pembahasan penelitian yaitu:

1. Konsentrasi pencemaran PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru yang paingtinggi di antara Bulan September-Oktober 2015 dan Bulan Januari 2016 adalah sebesar  $569 \pm 12,337 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pada tanggal 23 Oktober 2015. Sedangkan untuk konsentrasi PM<sub>10</sub> paling rendah pada periode pemantauan adalah sebesar  $6,74 \pm 4,492 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yang dipantau pada Tanggal 15 Januari 2016. Konsentrasi PM<sub>10</sub> rata-rata bulanan pada periode pemantauan yang dilakukan di stasiun pemantauan Sukajadi, Kota Pekanbaru pada periode pemantauan Bulan September - Oktober 2015 dan Bulan Januari 2016 berturut-turut adalah sebesar  $310,307 \pm 122,989 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $247,098 \pm 156,903 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan  $18,818 \pm 7,197 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kualitas ISPU pada Bulan September 2015, terdapat 40% nilai ISPU dengan kategori "Tidak Sehat", 26,7% "Sangat Tidak Sehat" dan 20% "Berbahaya". Nilai ISPU Bulan Oktober 2015 adalah 32,3% untuk kategori "Sedang" dan "Tidak Sehat", 19,4% "Berbahaya", 9,7% "Sangat Tidak Sehat", dan 6,5% "Baik". Nilai ISPU pada Bulan Januari 100% berada dalam kategori "Baik"

2. Berdasarkan hasil dari Karakterisasi aplikasi PMF yang berasal dari data input berupa konsentrasi sampel PM<sub>10</sub> selama masa pemantauan Bulan September 2015, pencemaran *Particulate Matter* 10 (PM<sub>10</sub>) yang terjadi di Kota Pekanbaru bersumber dari lima (5) sumber utama dengan nilai kontribusi yaitu : Pembakaran vegetasi adalah sebesar 39,86 %, Kendaraan Bermotor 15,65 %, Industri dengan Boiler Batubara 17,11 %, Lahan Pertanian 16,97 %, dan Debu Tanah sebesar 10,41 %. Kontribusi sumber pencemaran PM<sub>10</sub> Kota Pekanbaru didominasi oleh faktor sumber Pembakaran Vegetasi dengan presentase sebesar 39,86 % dari fraksi masa PM<sub>10</sub>

### SARAN

1. Perlunya dilakukan penelitian tambahan mengenai faktor-faktor sumber yang berasal dari unsur logam yang belum diketahui sumber penghasilnya

2. Analisis Sampel PM<sub>10</sub> akan lebih baik menggunakan metode *X-Ray Fluoresence* (XRF) yang akan mengidentifikasi multi-unsur dengan ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan metode analisis unsur *Inductively Coupled Plasma* (ICP-OES)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Analisa, Yangs. 2011. *Pengaruh Ukuran Perusahaan, Leverage Profitabilitas Kebijakan Dividen Terhadap Nilai Perusahaan*. Universitas Diponegoro: Semarang
- Bruin, Y.B. et al., 2006. *A Review of Source Apportionment Techniques And Marker Substances*. Joint Research Centre for Health and Consumer Protection Physical and Chemical Exposure Unit. Italy
- Chrisdayanti, Benedicta., Agus, Suharsono. 2015. *Peramalan Kandungan Particulate Matter (PM10) dalam Udara Ambien Kota Surabaya Menggunakan Double Seasonal ARIMA (DSARIMA)*. Surabaya : Institute Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Chow.J.C, John.G.Watson., 1998. *Guidline on Speciated Particulate Monitoring*. Desert Research Institute. USA
- Cooper, C.David., F.C. Alley. 1986. *Air Pollution Control A Design Approach*. Waveland Press. USA
- Durbin. T.D., J.M. Norbeck, T.J. Truex. 1998. *Particulate Measurment and Emission Characterization of Alternative Fuel Vehicle Exhaust*. University of California. USA
- Faisal, Fikri. 2012. *Dampak Asap Kebakaran Hutan pada Pernapasan*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kansius.
- Fazar. (2015, 10 September). Selama September Terjadi 32 Kasus Kebakaran Lahan di Pekanbaru. Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik Provinsi Riau. Halaman 1. Tersedia: <http://www.mediacenter.riau.go.id/read/15642>. (30 Januari 2017)
- Gugamsety, Balakrisnaiah et al., 2012. *Source Characterization and Apportionment of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>0.1</sub> by Using Positive Matrix Factorization*. Institute of Environmental Engineering National Chao Tung University. Taiwan
- Han, Jinbao. et al. 2014. *Chemical Characterization of PM<sub>10</sub> Profiles for Major Sources in Xining, Northwestern China*. China : Nankai University
- Havendri, Aly. 2008. *Kaji Eksperimental Prestasi dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jarak (Jatropha Curcas L) Dengan Solar*. Padang : Universitas Andalas
- Hopke, P.K. 1991. *Receptor Modeling for Air Quality Management*. Elsevier Press. Amsterdam
- Hou, Xiandeng and Jones, Bradley.T. 2000. *Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry*. Wake Forest University. USA
- International Atomic Energy Agency. 2007. *IAEA Safety Glossary Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection*. IAEA. Vienna
- Jimoda, L.A. 2012. *Effects of Particulate Matter on Human Health, the Ecosystem, Climate and Materials*. Ladok Akintola University of Technology. Nigeria
- Kamal, N.M. 2015. *Studi Tingkat Kualitas Udara Pada Kawasan Mall Panakwang di Makassar*. Makassar : Universitas Hasanudin
- Kumar V, Cotran RS, Robbins SL. 2007. *Buku ajar patologi*. Jakarta : Kedokteran EGC
- Lazaridis, Mihalīs., Semb, Anne., Hov, Oystein. 1999. *Long Range Transport of*

- Aerosol Particles :A literature Review.*  
Norwegian Institute for Air Research,  
Kjeller
- Mauliadi, Y.D. 2008. *Aplikasi Model Positive Matrix Factorization Dalam Studi Identifikasi Sumber Emisi Partikulat di Kota Bandung.* Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Otto, Soemarwoto. 2004. *Buku Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan.* Jakarta : Djambatan
- Primabudi, Eko. 2005 *Studi Kontribusi PM<sub>10</sub> Terhadap Udara Ambien Dengan Model Reseptor : Chemical Mass Balance (Studi Kasus: Wilayah Pedurungan Semarang).* Semarang : Universitas Diponegoro.
- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Raimon. 1993. *Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering secara Spektrofotometri Serapan Atom.* Yogyakarta : Santika
- Regional Environmental Center For Central And Eastern Europe. 1998. *Reduction of SO<sub>2</sub> And Particulate Emission Synthesis Report.* Szentendre
- Rixson, Leons. 2015. *Karakterisasi Paparan Long Term Particulate Matter di Puspatek Serpong-Kota Tangerang Selatan.* Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Santoso, Muhyatun. *Permanfaatan Teknik Analisis Nuklir Dalam Karakterisasi Identifikasi Sumber dan Trans-Boundary Pencemar Partikulat Udara Untuk Kasus Bandung dan Lembang.* Bandung: Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN
- Soedeomo, Moestikahadi. 2001 *Pencemaran Udara (Kumpulan Karya Ilmiah).* Bandung : ITB.
- Sudarmadji. S. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian.* Yogyakarta : Liberti
- Thoha, Ahmad Siddik. 2008. *Penggunaan Data Hotspot Untuk Monitoring Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia.* Medan: Universitas Sumatera Utara
- U.S. Environmental Protection Agency. 1996. *Air Quality Criteria For Particulate Matter Vol. 1.* National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Research Triangle Park, North Carolina
- U.S. Environmental Protection Agency. 1998. *Air Quality Criteria For Particulate Matter.* National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Research Triangle Park, North Carolina
- U.S. Environmental Protection Agency. 2004. *Air Quality Criteria For Particulate Matter Vol. 1.* National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Research Triangle Park, North Carolina
- U.S. Environmental Protection Agency. 2012. *Receptor Modeling of Ambient Particulate Matter Data Using Positive Matrix Factorization : Review of Existing Methods.* National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Research Triangle Park, North Carolina
- U.S. Environmental Protection Agency. 2015. *EPA Positive Matrix Factorization (PMF) 5.0 Fundamentals and User Guide.* National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Research Triangle Park, North Carolina
- U.S. Environmental Protection Agency. 2016. *Air Quality Criteria For Particulate Matter Vol. 1.* National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development Research Triangle Park, North Carolina
- Vallius, Marko .2005. *Charateristic and Sources of Fine Particulate Matter in Urban Air.* National Public Health Insititue Departement of Environmental Health Unit of Environmental Epidemiology, Kuopio
- Wardhana, Wisnu Arya. 2004 *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Edisi Kedua Yogyakarta : Andi.
- WHO Working Group. 2003. *Health Aspects of Air Pollution With Particulate Matter, Nitrogen Oxide and Ozone.* Health Documentation Services of WHO. Copenhagen.



- Yamindan Kurniawan.2009. *SPSS Complete*.  
Jakarta: SalembaInfolek
- Yuliantidkk. 2013. *Analisis Konsentrasi Gas  
Karbon Monoksida (CO) Pada Ruas  
Jalan Gajah Mada Pontianak*.  
Universitas Tanjung pura: Pontianak