

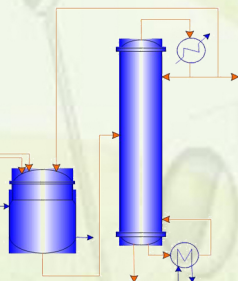
PROSIDING

SEMINAR
NATIONAL

Teknik Kimia

SNTK TOPI 2012

Pekanbaru, 11 Juli 2012



Teknologi Oleo & Petrokimia
INDONESIA



*"Pengembangan Green
Technology dan Green Energy
Untuk Mewujudkan
Kemandirian Bangsa"*



**EEP
INDONESIA**

Energy and Environment
Partnership with Indonesia

Daftar Isi

	Halaman
Kata Pengantar Ketua Panitia	i
Kata Pengantar Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau	iv
Susunan Panitia	v
Susunan Acara	ix
Daftar Isi	xvii

Artikel

Kode	Judul Artikel	Halaman
DL-01	Analisa Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> pada Mesin Produksi Karet (Studi Kasus: PT. ABC)	1
DL-02	Evaluasi Performance Heat Exchanger 211/212 E-6 dan 211/212 E-7, di Hydrocracking Complex (HCC) PT. Pertamina RU II Dumai	6
DL-03	Komposisi Kimia Partikel Halus Dan Partikel Kasar pada Siang Dan Malam Hari Di Udara Ambien Kota Padang	9
DL-06	Simulasi Kinerja Nafta Hydrotreater	21
EB-01	Studi Konversi Pelepah Nipah menjadi Bio-Oil dengan Katalis Natural Zeolite de Aluminated (NZA) pada Proses Pyrolysis	27
EB-02	Transesterifikasi Minyak Biji Bintaro dengan ZnO Catalyst Guard Komersial Transesterifikasi Minyak Biji Bintaro dengan ZnO Catalyst Guard Komersial	31
EB-03	Catalytic Cracking Cangkang Sawit Menjadi Bio-Oil dengan Katalis Ni/ZSM-5 dalam Reaktor Slurry	35
EB-05	Pemanfaatan Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Cadangan Energi Listrik di Laboratorium Rangkaian Listrik Fakultas Teknik Universitas Riau	39
KD-01	Karakteristik Minyak Daging Biji Picung (<i>Pangium edule</i> REINW) yang Ada di Sumatera Barat Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel	43
KD-02	Peningkatan Kualitas dan Kualitas Pektin dari Kulit Kakao melalui Metode Ekstraksi dan Penambahan NaHSO ₃	47

KD-03	Studi Pembuatan Surfaktan Natrium Lignosulfonat dari Lignin Isolat Tandan Kosong Kelapa Sawit	53
KD-04	Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Kalsium Asetat yang dikalsinasi	62
KD-05	Kondisi Optimal Proses Ekstraksi Tanin dari Daun Jambu Biji Menggunakan Pelarut Etanol	69
OP-01	Proses Netralisasi CPO pada Oil Vacum Dryer di Unit Klarifikasi Pabrik CPO dan Kernel PT. Perkebunan Nusantara V Sei Galuh	74
OP-02	Pengembangan Minyak Lumas Bio-Based: Efek Sinergistik Senyawa Molybdenum pada Peningkatan Sifat Tekanan Ekstrem	78
OP-03	Fatty Acid Compositions Analysis of <i>Scorodocarpus borneensis</i> Becc. from Kuala Kangsar, Perak, Malaysia	84
PB-01	Penambahan Katalis Berbasis Tembaga di Desulfurizer Pabrik Amoniak	89
PB-02	Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM4	93
PB-03	Pembuatan Bioetanol dari Koran Bekas dengan Hidrolisis Asam Encer (Studi Pengaruh Konsentrasi, Waktu dan Temperatur Hidrolisis)	98
PB-04	Sintesis dan Karakterisasi 1-butyl-3-metil imidazolium bromida melalui Microwave Assisted Organic Synthesis	105
PB-05	Fermentasi Nira Nipah (<i>Nypa Fruticans</i> Wurmb) Menjadi Bioetanol Menggunakan Khamir <i>Pichia Stipitis</i> Dalam BIOFLO 2000 Fermentor	112
PB-06	Kinetika Reaksi Abu Sawit dengan NaOH	118
PB-07	Fabrication of porous alumina-hydroxyapatite composites via protein foaming-consolidation method: Effect of sintering temperature	124
PL-01	Penghilangan Warna Air Gambut Menggunakan Kitosan Sebagai Adsorben: Pengaruh Suhu dan Studi Kinetika	128
PL-03	Produksi Asap Cair Berbasis Cangkang dan Tandan Kosong Sawit Serta Aplikasinya Sebagai Koagulan	135
PL-04	Enhancement of 1,2-DCA Removal by Using Intact River Sediment in a Low Temperature	140

PL-05	Penyisihan Kandungan padatan Limbah Cair Pabrik Sagu dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob pada Kondisi Start-up	143
PL-06	Efisiensi Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Pabrik Sagu dan Produksi Biogas Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob pada Kondisi Start Up	149
PL-07	Kajian Aklimatisasi Proses Pengolahan Limbah Cair Pabrik Sagu Secara Anaerob	155
PL-08	Pengaruh Konsentrasi Starter pada Pembuatan Kompos dari Limbah Serat Buah Sawit dengan Teknologi Biofertilizer	160
PL-09	Pengaruh Laju Pembebanan Organik terhadap Produksi Biogas dari Limbah Cair Sagu Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob	165
PL-10	Efisiensi Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Pabrik Sagu Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob pada Kondisi Tunak dengan Variabel Laju Pembebanan Organik	170
PL-11	Penyerapan Ion Logam Kadmium pada Tanah Gambut	176
RL-01	Kesetimbangan Adsorpsi Logam Cu (II) dengan Arang Aktif Cangkang Sawit Sisa Pembuatan Asap Cair	180
RL-02	Deteksi Kadar Logam Berat pada Tanaman Palawija Yang Menggunakan Kompos dari Limbah Padat (Effluent Sludge)	184
RL-03	Hubungan Koefisien Perpindahan Massa dengan Bilangan Reynolds pada Adsorpsi Logam Cu Menggunakan Adsorben Abu Sekam Padi	187
TM-01	Penumbuhan Nanopartikel Logam dengan Metode Kimia Basah untuk Meningkatkan Prestasi Supercapacitor Elektrokimia	191
TM-02	Hidrodessulfurisasi Dibenzothiophene (HDS DBT) dengan Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃ : Sintesa Penyangga Alumina	195
TM-03	Analisa Pengaruh Penambahan Black Liquor Terhadap Kuat Tekan Beton	201
TM-04	Pengaruh Penambahan Filler Kaolin Terhadap Elastisitas dan Kekerasan Produk Souvenir dari Karet Alam (Hevea Brasiliensis)	205
TM-05	Pengaruh Kondisi Proses Pencampuran Terhadap Sifat Mekanik Wood Plastic Composite Berbasis Batang Sawit	211
TM-06	Modifikasi Karet Alam menjadi Maleated Natural Rubber melalui Proses Grafting dengan Kadar Maleat Anhidrida dan Temperatur Bervariasi	215

TM-07	Sintesis Zeolit 4A dari Fly Ash Sawit dengan Variasi Perbandingan Massa Fly Ash/ NaOH dan Kecepatan Pengadukan Gel	219
TM-09	Sintesis Zeolit 4A dari Fly Ash Sawit dengan Variasi Waktu Pengadukan dan Waktu Pemanasan Gel	226
TP-01	Pembuatan Pupuk Cair KOSARMAS (Kotoran Sapi, Arang, dan Keong Mas(Pomacea Canaliculata Lamarck)) Pengganti Pupuk Kimia	232
TP-02	Matode <i>Pre Treatmean</i> Limbah Pelepah Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Nitrosellulosa	239
TP-03	Pengaruh Waktu Reaksi dan Komposisi Katalis Zeolit Alam pada Pembuatan Plastisizer Isobutil Stearat	243
TP-04	Variasi Komposisi Pelarut Metanol-Air pada Ekstraksi Daun Gambir (Uncaria gambir Roxb)	248
TP-05	Pengaruh Putaran Pengaduk Dan Membran Terhadap Unjuk Kerja Rdmn pada Pemurnian Sodium Lignosulfonat Berbasis Serbuk Gergaji	252

Komposisi Kimia Partikel Halus dan Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari di Udara Ambien Kota Padang

Yenni Ruslinda¹⁾, Hafidawati²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas

²⁾Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau
yenni@ft.unand.ac.id

Abstrak

Pengukuran komposisi kimia partikel halus (ukuran < 2,5 μm) dan partikel kasar (ukuran 2,5-100 μm) di udara ambien Kota Padang pada siang dan malam hari dilakukan di Kawasan Pasar Raya dan Kawasan Lubuk Begalung menggunakan alat Low Volume Sampler untuk partikel halus dan High Volume Sampler untuk partikel kasar. Analisis konsentrasi partikel dilakukan dengan metode gravimetri, sedangkan analisis kandungan kimianya menggunakan metode spektrofotometri. Konsentrasi dan komposisi kimia partikel halus dan partikel kasar lebih besar pada siang hari dibandingkan dengan malam hari, dikarenakan perbedaan tingkat aktivitas. Komposisi kimia terbesar dalam partikel halus baik pada siang dan malam hari adalah senyawa Sulfat sebesar 15,23-19,38% yang diperkirakan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Komposisi kimia terbesar untuk partikel kasar pada siang hari adalah logam Na sebesar 13,18-17,95% yang diperkirakan berasal dari semburan air laut (sea spray) dari Pantai Padang, sedangkan pada malam hari adalah logam Ca sebesar 13,25-13,49% yang berasal dari resuspensi debu jalanan dan penambangan batu kapur. Adanya perbedaan komposisi kimia ini dipengaruhi transpor polutan secara horisontal serta fenomena angin laut yang terjadi pada siang hari dan angin darat yang terjadi pada malam hari. Dibandingkan dengan baku mutu kualitas udara ambien, konsentrasi partikel halus hampir mendekati baku mutu (65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Kata Kunci:

1 Pendahuluan

Pencemaran udara perkotaan pada umumnya disebabkan oleh pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat industri serta melonjaknya penggunaan kendaraan bermotor. Salah satu jenis pencemar udara adalah berupa partikel atau dikenal dengan istilah partikulat. Partikulat 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 kecil dari 500 μm (Pakkanen, 2000). Partikel dengan rentang ukuran ini memiliki waktu tinggal dalam suspensi dari beberapa detik sampai beberapa bulan. Sumber partikulat di atmosfer dapat berasal dari sumber alami dan sumber antropogenik (akibat aktivitas manusia). Sumber alami dapat berasal dari letusan gunung berapi, kebakaran hutan, semburan air laut (sea spray), dan lain-lain. Sedangkan sumber yang berasal dari aktivitas manusia terdiri atas sumber diam (stationery sources) dan sumber bergerak (mobile sources). Sumber diam partikulat berasal dari kegiatan industri, kegiatan non industri (seperti debu jalan, pemukiman, aktivitas pertanian dan kegiatan konstruksi) dan proses pembakaran (insinerasi sampah dan pembakaran bahan bakar fosil). 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.

Dari masing-masing sumber ini dihasilkan partikulat dengan komposisi kimia dan ukuran yang berbeda (Nevers, 1995).

Partikulat merupakan bagian terkecil dari total massa polutan yang teremisikan ke atmosfer, namun dampak yang dapat ditimbulkannya lebih berbahaya daripada polutan lain. Dampak tersebut antara lain dapat membahayakan kesehatan manusia, menurunkan kualitas lingkungan dan mempengaruhi kualitas material. Besarnya dampak ini berbeda untuk setiap tempat dan waktu, tergantung pada distribusi ukuran partikel, konsentrasi dan karakteristik fisik dan kimia partikulat (Chow, 1995).

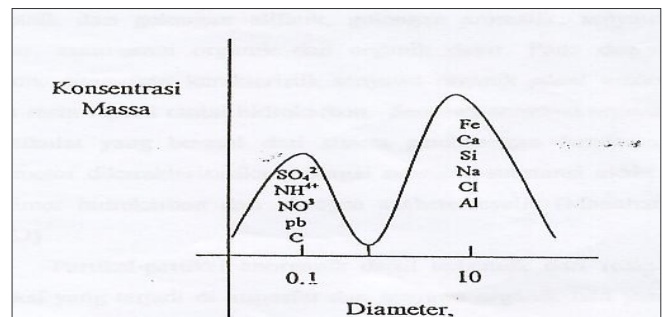
Partikulat berdasarkan ukurannya dibedakan ke dalam partikel halus (*fine particles*) dan partikel kasar (*coarse particles*). Perbedaan antara partikel halus dan partikel kasar terletak pada sumber, asal pembentukan, mekanisme penyisihan, sifat optik, dan komposisi kimianya. Partikel halus (*fine particles*) adalah partikel dalam bentuk padat atau cair yang ditemukan melayang-layang di udara bebas dengan ukuran lebih kecil dari 2,5 μm . Partikel halus memiliki waktu tinggal di udara lebih lama dan jarak tempuh yang lebih jauh sehingga kemungkinan terpapar juga jauh lebih besar. Demikian juga dengan tingkat bahayanya seperti logam berbahaya (Tanner *et al.*, 2002). Penelitian Hien tahun 2003 menyatakan polutan akan masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui saluran pernafasan. Partikel

halus dapat terkumpul di dalam paru-paru sampai pada *bronchioli*, bahkan dapat mencapai dan tinggal di dalam kantong *alveoli* (udara) dalam paru-paru yang merupakan tempat terjadinya pertukaran antara oksigen dengan darah. Studi epidemiologi menunjukkan 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 μm dapat menembus dan mengendap di kompartemen paru-paru.

Dikutip dari Fierro tahun 2000 “Partikel kasar (*coarse particles*) merupakan partikel yang memiliki ukuran $>2,5 \mu\text{m}$. Partikel kasar memiliki ukuran yang lebih besar, sehingga waktu tinggal di udara lebih singkat dan kemudian mengendap pada permukaan bangunan, tanaman, sungai atau permukaan lain. Partikel kasar yang mengendap pada permukaan bangunan dapat merusak permukaan bangunan, sedangkan partikel kasar yang mengendap pada permukaan tanaman dapat mengganggu proses fotosintesis. Akibatnya pertumbuhan tanaman menjadi terganggu. Permukaan partikel kasar juga bisa menjadi media tinggal bagi polutan gas dan partikel yang lebih halus. Partikel kasar terbentuk dari proses mekanis, aktivitas manusia, dan berasal dari partikel-partikel yang terbentuk secara alami. Partikel kasar ini dapat tersisihkan dari atmosfer melalui proses pengendapan (secara gravitasi), kecuali apabila terjadi tiupan angin maka partikel ini dapat berada di udara untuk jangka waktu tertentu”. Partikel halus dan partikel kasar dengan ukuran kecil dari 100 μm dikenal dengan istilah partikel tersuspensi atau *Total Suspended Particulate* (TSP), karena partikel ini umumnya tersuspensi di udara sehingga ditemukan melayang-layang di udara dan sulit mengendap.

Untuk masing-masing distribusi ukuran partikulat, komposisi kimia dalam partikulat pun berbeda-beda. Kandungan senyawa kimia utama partikulat halus adalah sulfat, nitrat, amonium, Pb, dan C, yang umumnya berasal dari reaksi fasa gas dan dari proses pembakaran seperti sulfat, nitrat, amonium, karbon, senyawa

aromatik dan logam-logam berat seperti Cd, Cu, Zn, Se. Kandungan senyawa kimia partikel kasar adalah kandungan logam Fe, Ca, Na, Si, Al serta senyawa Cl (Seinfeld, 1986). Gambar 1. memperlihatkan kandungan senyawa kimia berdasarkan ukuran partikel.



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

Karakteristik kimia partikel anorganik yang berasal dari berbagai sumber dapat dijadikan sebagai penentu sumber yang mengemisinya. Gambar 2 menunjukkan pembagian komponen kimia anorganik berdasarkan sumber asalnya. Senyawa Sulfat, Nitrat dan Ammonium di atmosfer berasal dari reaksi kimia dan sangat dipengaruhi oleh proses atmosferik yang meliputi laju proses kimia yang mengubah oksida sulfur dan nitrogen menjadi asam. Elemen logam umumnya berasal dari aktivitas manusia dan terjadi secara alamiah. Elemen logam yang umumnya dilepaskan ke atmosfer karena aktivitas manusia adalah Ba, Pb, Mn, Ca, Cu, V, Zn, Mg, Fe sedangkan yang terjadi secara alamiah seperti debu tanah, garam laut menghasilkan partikulat berupa mineral seperti K, Al, I, Na, Si, Cl, Fe, Ti yang merupakan komponen utama partikel kasar (Seinfeld, 1986).

Atmosfer										
H ₂ O	HBr	NO ₂	SO ₂	NH ₃	HCl					
↓		↓	↙ ↘	↓						
H ₂ O		NO ₃	SO ₄	SO ₃	NH ₄					
Unsur-unsur yang terbentuk karena reaksi atmosfer										
Ba	Pb	Br	Mn	Ca	Cu	V	Zn	Mg	Ba	Fe
Elemen yang dihasilkan karena aktivitas manusia										
	K	Al	I	Na	Si	Fe	Cl	Ti		
Elemen yang ada secara alamiah terutama dalam debu dan garam laut										

Gambar 2 Komponen Kimia Anorganik Berdasarkan Sumber Asalnya (Seinfeld, 1986)

Dalam pemantauan kualitas udara di Kota Padang, telah dilakukan beberapa penelitian baik terhadap pencemar udara jenis gas maupun partikulat. Untuk pencemar partikulat telah dilakukan pengukuran kualitas

udara di kawasan Pasar Raya Padang pada tahun 2004 dan di kawasan Lubuk Begalung pada tahun 2009, yang mewakili daerah urban (daerah dengan banyak dan beragam aktivitas). Penelitian dilakukan terhadap

konsentrasi dan kandungan kimia partikulat dengan lama waktu sampling 24 jam untuk masing-masing sampel. Hasil yang diperoleh menunjukkan konsentrasi partikulat jenis *Total Suspended Particulate* (TSP, partikel berukuran $< 100 \mu\text{m}$) telah melewati baku mutu udara ambien sesuai dengan PP no 41 tahun 1999, yaitu lebih dari $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kandungan kimia dengan konsentrasi terbesar dalam partikel halus adalah senyawa Sulfat, sedangkan dalam partikel kasar adalah logam Na (Ruslinda, dkk. 2004 dan Hafidawati, dkk, 2009).

Berdasarkan data pengukuran meteorologi yang dilakukan tiap dua jam selama sampling, didapatkan adanya perbedaan yang signifikan antara arah angin dominan pada siang dan malam hari di udara ambien Kota Padang. Hal ini diduga akibat pengaruh angin darat dan laut, dikarenakan kota Padang merupakan kota pantai (Ruslinda, dkk. 2004, Hafidawati, dkk. 2009). Untuk melihat pengaruh fenomena angin darat dan angin laut terhadap komposisi kimia dalam partikulat, perlu dilakukan penelitian komposisi kimia dalam partikulat khususnya partikel halus dan partikel kasar di udara ambien Kota Padang dengan membedakan waktu pengambilan sampel (sampling) yaitu pada siang dan malam hari. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan dalam penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dari pencemar partikulat, sehingga usaha-usaha dalam pencegahan dan pengendalian pencemaran udara di Kota Padang dapat dilakukan sedini mungkin dan lebih optimal.

2 Metodologi

Tahapan penelitian komposisi kimia partikel halus dan partikel kasar pada siang dan malam hari di udara ambien Kota Padang, terdiri dari pengumpulan data sekunder, persiapan alat dan bahan, pengambilan sampel (sampling) partikulat dan analisis konsentrasi dan komposisi kimia partikulat di laboratorium. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan data-data penunjang penelitian seperti kondisi meteorologi Kota Padang yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Tabing untuk mendapatkan arah angin dominan pada bulan dilakukan sampling dalam 5 (lima) tahun terakhir, yang diperlukan untuk pembuatan *windrose* yang digunakan sebagai acuan dalam peletakan arah alat sampling di lokasi pengukuran. Persiapan alat dan bahan yang dilakukan sebelum sampling adalah mempersiapkan alat dan bahan sampling untuk masing-

masing jenis partikulat serta alat pengukuran kondisi meteorologi. Bahan yang dipersiapkan adalah kertas filter untuk masing-masing alat sampling. Kertas filter sebelum sampling ditimbang hingga konstan dan dikondisikan di dalam desikator, setelah dilakukan pengkodean.

Penelitian dilakukan di daerah urban (daerah dengan banyak dan beragam aktivitas) Kota Padang yang diwakili oleh Kawasan Pasar Raya dan Kawasan Lubuk Begalung. Lokasi ini dipilih karena merupakan pusat kegiatan di Kota Padang seperti kegiatan komersil, institusi, domestik, transportasi dan industri, sehingga kemungkinan penerima dampak (masyarakat) akan banyak di lokasi ini. Selain itu pemilihan lokasi di kedua kawasan ini untuk melihat sejauh mana pengaruh fenomena angin darat dan angin laut terhadap keberadaan partikulat di udara ambien Kota Padang. Kawasan Pasar Raya terletak 1 km dari Pantai Padang, sedangkan Kawasan Lubuk Begalung terletak 7 km dari Pantai Padang. Kedua lokasi ini juga pernah menjadi objek pada penelitian terdahulu (tahun 2004 dan 2009), sehingga data-data yang diperoleh dapat diperbandingkan untuk memberikan gambaran kualitas udara perkotaan Kota Padang dengan perubahan waktu. Sampling partikulat di udara ambien dilakukan pada siang hari (dari jam 6.00 pagi hari s.d jam 18.00 sore hari), sedangkan sampling pada malam hari (dari jam 18.00 sore hari s.d 6.00 pagi hari) dengan durasi sampling untuk masing-masing periode waktu 12 jam kumulatif. Sampling dilakukan sebanyak 6 kali untuk masing-masing periode waktu yang dilakukan pada musim kemarau, dikarenakan pada musim ini konsentrasi pencemar di udara cenderung lebih tinggi.

Dalam penelitian ini distribusi ukuran partikulat yang diamati adalah partikel halus (*fine particles*, ukuran partikel $< 2,5 \mu\text{m}$) dan partikel kasar (*coarse particles*, ukuran partikel $2,5-100 \mu\text{m}$). Pengukuran partikel halus dilakukan dengan sampling partikel halus (PM_{2,5}) dengan alat *Low Volume Sampler* (LVS), sedangkan pengukuran partikel kasar merupakan selisih antara konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan konsentrasi partikel halus, untuk itu sampling TSP dilakukan dengan alat *High Volume Sampler* (HVS). Prinsip kerja kedua alat sampling ini adalah filtrasi udara, dengan filter yang digunakan adalah filter fibre glass. Untuk sampling TSP laju alir udara yang digunakan pada HVS adalah 30 – 60 cuft/menit ($1,13 - 1,70 \text{ m}^3/\text{menit}$), sedangkan untuk sampling PM_{2,5} atau partikel halus, laju alir udara yang digunakan pada LVS adalah 3,5 liter/menit. Gambar 3 dan Gambar 4 memperlihatkan tipikal alat HVS dan LVS.



Gambar 3 Tipikal Alat HVS

Selain sampling partikulat juga dilakukan sampling kondisi meteorologi saat sampling yang digunakan untuk pengolahan dan analisis data. Data kondisi meteorologi yang diukur pada lokasi sampling adalah temperatur dan kelembapan udara dengan alat *Higrothermometer*, tekanan udara dengan *barometer*, kecepatan angin dengan *Anemometer* serta arah angin dengan bendera dan kompas. Pengukuran jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan di sekitar lokasi sampling dilakukan menggunakan alat *counter*. Pengukuran kondisi meteorologi dan jumlah kendaraan ini dilakukan setiap dua jam, untuk mendapatkan hasil pengamatan yang representatif.

Untuk menentukan komposisi kimia dalam partikel halus dan partikel kasar, terlebih dahulu harus dilakukan analisis konsentrasi partikel halus dan partikel kasar. Setelah konsentrasi diperoleh, dilakukan ekstraksi terhadap kertas filter sehingga didapatkan sampel dalam bentuk cairan. Terhadap sampel ini dilakukan analisis kandungan kimia yang terdapat dalam partikulat dengan terlebih dahulu menentukan konsentrasi masing-masing parameter kimia. Komposisi kimia dalam partikulat ditentukan dengan membagi konsentrasi masing-masing parameter kimia dengan total konsentrasi partikulat. Komposisi kimia yang terkandung dalam partikulat yang diukur dalam penelitian ini meliputi parameter Sulfat, Nitrat, Ammonium yang mewakili unsur-unsur yang terbentuk karena reaksi di atmosfer, dan 10 elemen logam yaitu Na, K, Fe, Al, Si, yang mewakili elemen-elemen yang dihasilkan proses alamiah seperti debu dan garam laut serta Pb, Zn, Mg, Ca, dan Cu yang mewakili elemen-elemen yang dihasilkan akibat aktivitas manusia. Analisis konsentrasi partikel halus dan partikel kasar serta kandungan kimia yang terkandung didalamnya



Gambar 4 Tipikal Alat LVS

dilakukan di Laboratorium Kualitas Udara Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas.

Analisis konsentrasi partikulat 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 partikulat (partikel halus dan TSP) adalah :

$$C_p = \frac{W_1 - W_0}{V_{st}} \times 10^6 \quad (1)$$

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°C, 760 mmHg)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung volume udara standar adalah:

$$V_{st} = V_s \frac{P_s}{760} \times \frac{298}{273 + T} \quad (2)$$

dimana:

V_{st} = volume udara standar (m^3)
 V_s = volume udara saat sampling (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:

$$V_s = V_r \times t \quad (3)$$

dimana:

V_r = kecepatan rata-rata saat sampling (m^3/jam)
 t = lama sampling (jam)

Konsentrasi partikel kasar didapat dari selisih konsentrasi TSP dan konsentrasi partikel halus, sehingga didapatkan konsentrasi partikel kasar yang berukuran 2,5-100 µm.

Untuk analisis kandungan kimia dalam sampel partikulat dilakukan dengan terlebih dahulu mencairkan partikulat yang telah terkumpul di filter dengan metode ekstraksi. Ekstraksi untuk menganalisis senyawa Sulfat, Nitrat dan Ammonium 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 dan analisis Ammonium dengan metode Indophenol. Perangkat analisis yang digunakan adalah spektrofotometer. Analisis elemen logam dalam partikulat dilakukan dengan sebelumnya mengekstraksi filter yang mengandung partikulat 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 yang didapat selanjutnya di ukur dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) untuk masing-masing elemen logam yang akan dianalisis (Lodge, 1989). Persamaan yang digunakan dalam perhitungan konsentrasi sulfat, nitrat, ammonium dan logam di udara ambien adalah:

$$C(\mu\text{g}/\text{m}^3) = [(C_s \cdot V_s) - (C_b \cdot V_b)] / (V_{st} \cdot F) \quad (4)$$

$$V_{st} \cdot F$$

dimana:

C_s = konsentrasi sulfat/nitrat/ammonium/logam dalam sampel (mg/l)

V_s = volume sampel hasil ekstraksi (liter)

C_b = konsentrasi sulfat/nitrat/ammonium/logam pada blanko (mg/l)

V_b = volume blanko hasil ekstraksi (liter)

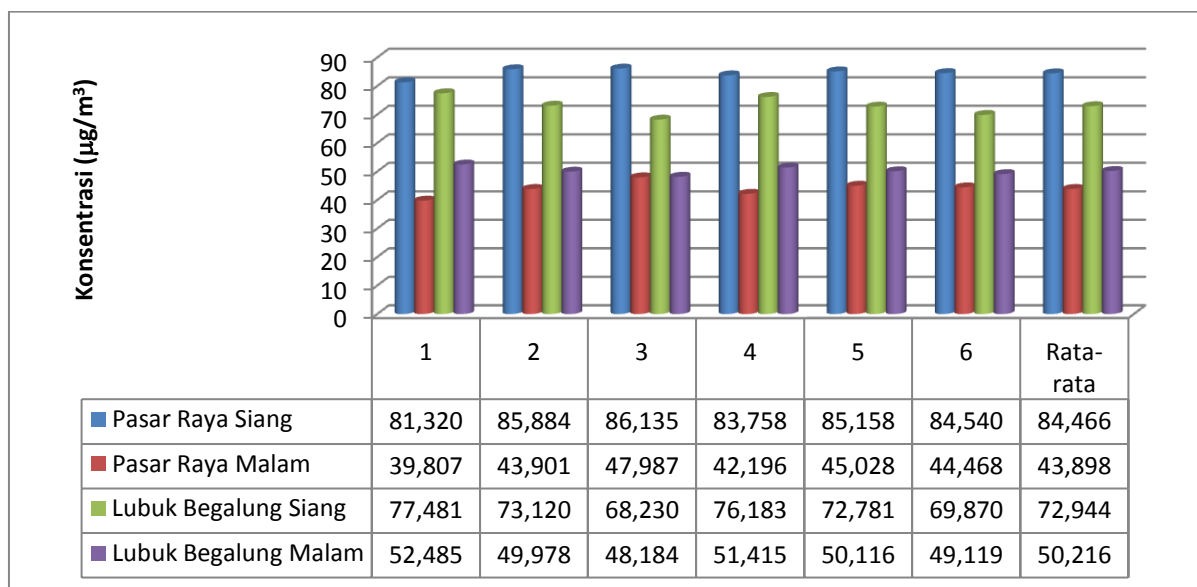
V_{st} = volume udara standar yang dihisap oleh alat sampling (m^3)

F = fraksi luas filter yang diekstraksi.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Konsentrasi Partikel Halus dan Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari

Dari hasil pengukuran didapatkan konsentrasi partikel halus pada siang hari di kawasan Pasar Raya berkisar antara 81,320 – 86,135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 84,466 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada malam hari berkisar antara 39,807 – 47,987 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 43,898 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk Kawasan Lubuk Begalung, konsentrasi partikel halus pada siang hari berkisar antara 68,230 – 77,481 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 72,944 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada malam hari berkisar antara 48,184 – 52,485 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 50,216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Perbedaan konsentrasi partikel halus pada siang dan malam hari di kedua lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.



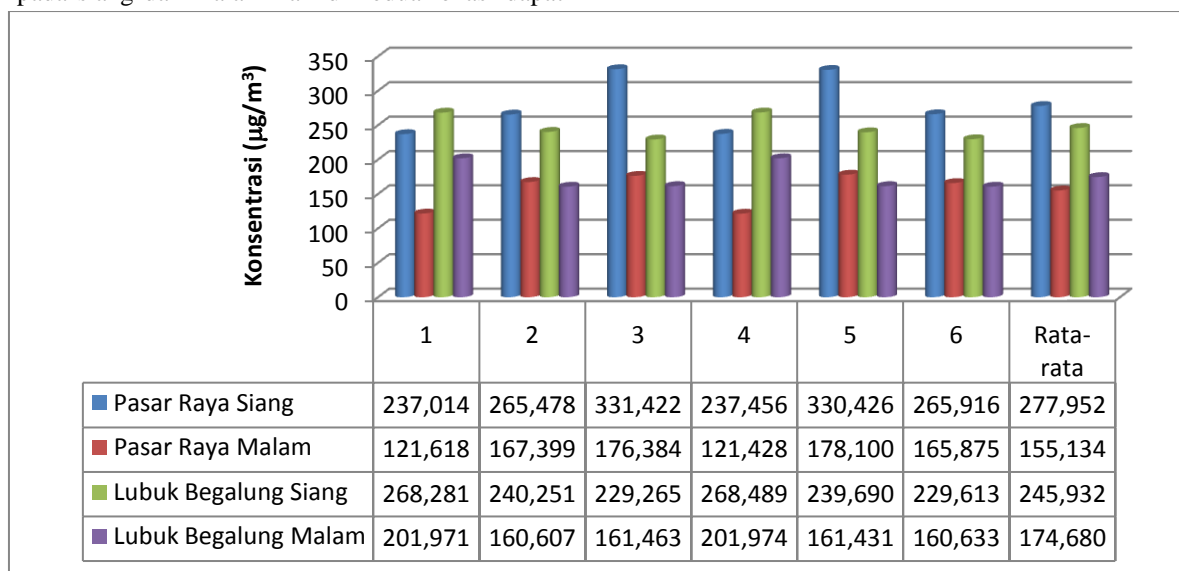
Gambar 5. Perbedaan Konsentrasi Partikel Halus pada Siang dan Malam Hari

Konsentrasi partikel kasar pada siang hari di Kawasan Pasar Raya berkisar antara 237,014 – 331,422 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 277,952 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada malam hari berkisar antara 121,618 – 178,100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 155,134

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk Kawasan Lubuk Begalung diperoleh konsentrasi partikel kasar pada siang hari berkisar antara 229,265 – 268,489 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar 245,932 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada malam hari berkisar antara 160,607 – 201,971 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata

sebesar 174,680 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Perbedaan konsentrasi partikel kasar pada siang dan malam hari di kedua lokasi dapat

dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbedaan Konsentrasi Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari

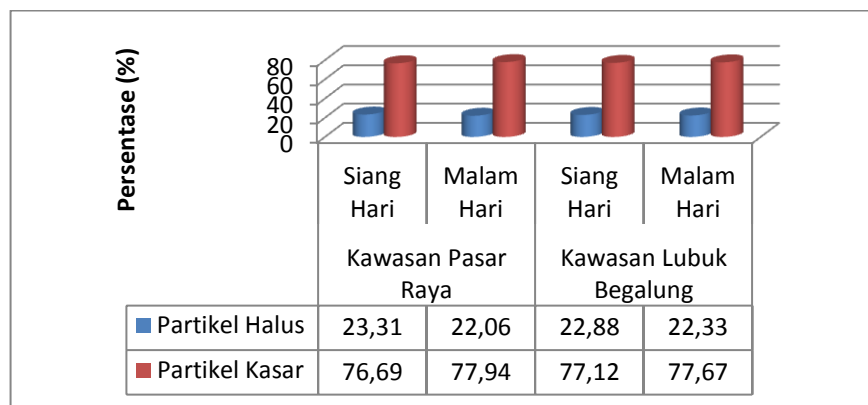
Dari data-data hasil pengukuran ini terlihat konsentrasi partikel halus dan partikel kasar pada siang hari lebih besar daripada konsentrasinya pada malam hari. Rasio rata-rata konsentrasi partikel halus pada siang dan malam hari di Kawasan Pasar Raya adalah 1,92 dan untuk konsentrasi partikel kasar adalah 1,79. Untuk Kawasan Lubuk Begalung, rasio rata-rata konsentrasi siang dan malam hari untuk partikel halus adalah 1,45 dan untuk partikel kasar adalah 1,41. Hal ini berarti konsentrasi partikel halus maupun partikel kasar pada siang hari di Kawasan Pasar Raya hampir dua kali lipat dari konsentrasi malam hari, sedangkan untuk Kawasan Lubuk Begalung perbedaannya hampir 1,5 kali.

Perbedaan konsentrasi partikel halus dan partikel kasar pada siang dan malam hari dikarenakan adanya perbedaan aktivitas yang mengemisikan partikulat ke udara ambien pada siang dan malam hari. Untuk Kawasan Pasar Raya perbedaan aktivitas yang mencolok adalah aktivitas transportasi dan kegiatan komersil pada siang dan malam hari. Aktivitas pada siang hari lebih tinggi dibandingkan malam hari untuk kedua kegiatan tersebut. Kegiatan komersil mulai menurun aktivitasnya pada sore hari yang diiringi dengan menurunnya kegiatan transportasi. Pada tengah malam kegiatan ini semakin berkurang, namun pada dini hari aktivitas kembali ada yang diawali dengan bongkar muat pedagang kaki lima di sekitar kawasan, demikian juga dengan aktivitas transportasi.

Hasil penelitian menunjukkan partikel kasar adalah jenis partikel yang dominan berada di udara ambien kedua kawasan baik pada siang maupun malam hari.

Kontribusi rata-rata partikel kasar pada siang hari di Kawasan Pasar Raya adalah 76,69% dan pada malam hari meningkat menjadi 77,94%, sedangkan di Kawasan Lubuk Begalung kontribusi rata-rata partikel kasar pada siang hari sebesar 77,12% dan pada malam hari sebesar 77,67%. Tingginya konsentrasi dan kontribusi partikel kasar diperkirakan bersumber dari aktivitas mekanik seperti aktivitas lalu lintas yang tinggi sehingga menyebabkan debu tanah dan debu jalan menjadi tersuspensi. Selain itu untuk Kawasan Pasar Raya sumber partikel kasar juga berasal dari dispersi senyawa yang berasal dari semburan air laut (*sea spray*), terutama pada siang hari, dikarenakan jarak lokasi sampling hanya berkisar 1 km dari Pantai Padang. Untuk Kawasan Lubuk Begalung sumber partikel kasar diperkirakan berasal dari aktivitas mekanik dari kegiatan industri yang berada di sekitar lokasi seperti aktivitas industri perabot rotan dan penambangan bukit kapur sebagai bahan baku industri semen.

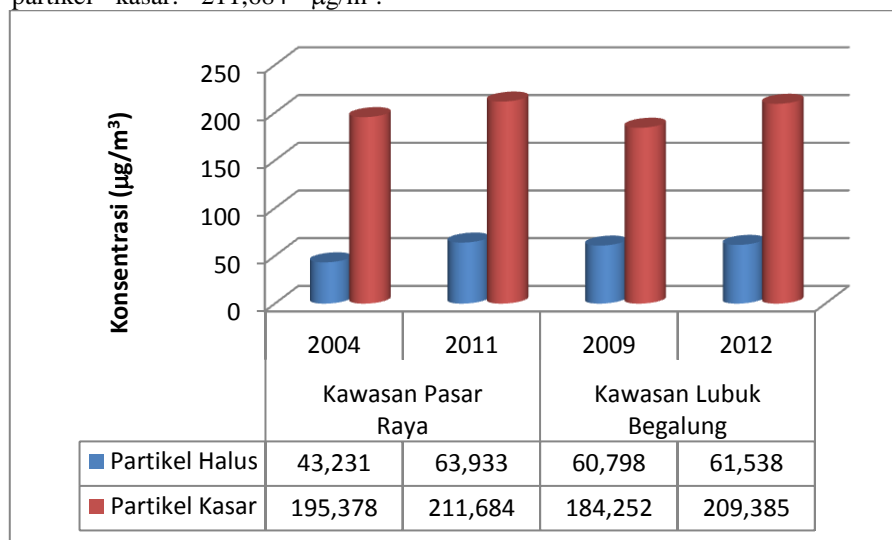
Distribusi partikel halus di kedua kawasan menunjukkan adanya peningkatan pada siang hari. Di Kawasan Pasar Raya, distribusi partikel halus sebesar 23,31% pada siang hari dan 22,06% pada malam hari. Untuk Kawasan Lubuk Begalung distribusi partikel halus lebih kecil, yaitu 22,88% pada siang hari dan 22,33% pada malam hari. Tingginya distribusi partikel halus pada siang hari dibandingkan dengan malam hari, dikarenakan terjadinya peningkatan aktivitas yang mengemisikan partikel halus ke udara terutama akibat sektor transportasi. Lebih jelasnya distribusi rata-rata partikel halus dan partikel kasar pada siang dan malam hari di kedua kawasan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Distribusi Ukuran Partikel Halus dan Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari

Perbandingan konsentrasi rata-rata partikulat hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu tahun 2004 untuk Kawasan Pasar Raya dan tahun 2009 untuk Kawasan Lubuk Begalung dapat dilihat pada Gambar 8. Dari Gambar terlihat adanya kecenderungan kenaikan konsentrasi partikulat di udara ambien kedua kawasan. Pada tahun 2004 untuk Kawasan Pasar Raya, rata-rata konsentrasi partikel halus $43,231 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan partikel kasar $195,378 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ruslinda. dkk, 2004). Dalam penelitian ini dengan selang waktu 7 (tujuh) tahun berikutnya diperoleh rata-rata konsentrasi partikel halus $63,933 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan partikel kasar. $211,684 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kenaikan konsentrasi partikulat sangat signifikan pada jenis partikel halus dengan persentase kenaikan hampir 50% dari penelitian sebelumnya. Hal ini berarti adanya kenaikan emisi partikulat untuk jenis partikel di udara yang berukuran kecil dari $2,5 \mu\text{m}$. Keberadaan partikulat ini berasal dari aktivitas antropogenik (yang diakibatkan oleh manusia) di sekitar lokasi. Di Kawasan Pasar Raya sumber partikulat ini diperkirakan berasal dari emisi kendaraan bermotor dan aktivitas masak-memasak pedagang kaki lima yang banyak dijumpai di sekitar lokasi.



Gambar 8. Perbandingan Konsentrasi Partikulat Penelitian Ini dengan Penelitian Sebelumnya

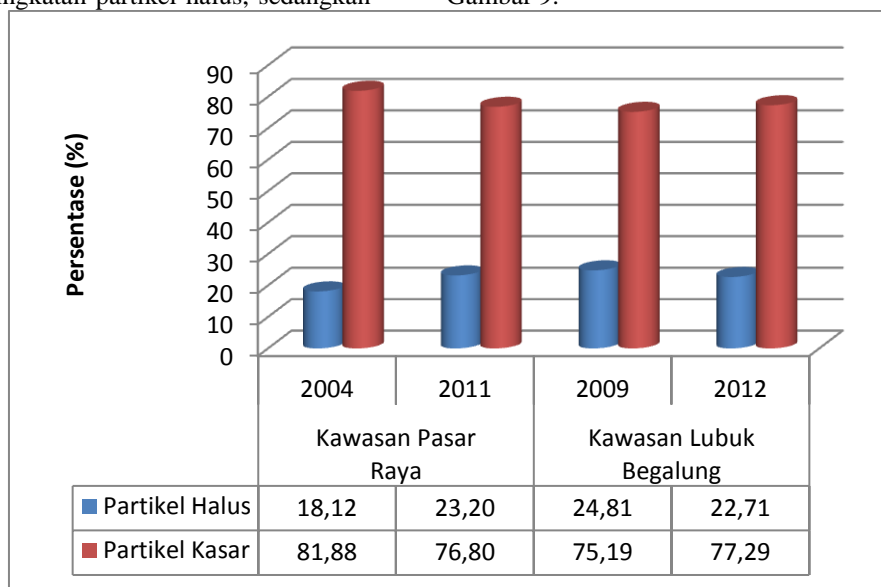
Untuk Kawasan Lubuk Begalung, penelitian partikulat sebelumnya dilakukan pada tahun 2009, dengan rata-rata konsentrasi partikel halus $60,798 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan partikel kasar $184,252 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hafidawati, dkk, 2009). Sama halnya dengan Kawasan Pasar Raya, konsentrasi partikulat pada lokasi ini juga mengalami kenaikan konsentrasi walaupun tidak signifikan dikarenakan penelitian dilakukan dalam selang waktu yang lebih pendek yaitu 3 (tiga) tahun berikutnya. Dalam penelitian ini diperoleh rata-rata konsentrasi partikel halus $61,358 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan partikel kasar $209,385 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Di

Kawasan Lubuk Begalung, kenaikan konsentrasi partikel kasar lebih dominan, hal ini berarti pada lokasi ini keberadaan partikel kasar menunjukkan adanya peningkatan. Sumber partikel kasar di lokasi ini diperkirakan berasal dari resuspensi partikel akibat kegiatan transportasi dan tiupan angin, serta adanya kontribusi dari kegiatan mekanik dari industri di sekitar lokasi seperti industri perabotan rotan dan penambangan batu kapur untuk bahan baku industri semen.

Selain adanya perbedaan konsentrasi partikulat dengan penelitian sebelumnya, perbedaan juga terlihat

pada distribusi ukuran partikulat. Pada penelitian tahun 2004 di Kawasan Pasar Raya terlihat persentase partikel halus sebesar 18,12%. dan partikel kasar 81,88% (Ruslinda. dkk, 2004), sedangkan dalam penelitian ini diperoleh persentase partikel halus sebesar 23,20%. dan partikel kasar 76,80%. Untuk Kawasan Lubuk Begalung, pada penelitian tahun 2009 didapatkan persentase partikel halus sebesar 24,81%. dan partikel kasar 75,19% (Hafidawati. dkk, 2009), sedangkan pada penelitian ini persentase partikel halus sebesar 22,71%. dan partikel kasar 77,29%. Dengan demikian ada perbedaan distribusi ukuran partikulat pada kedua kawasan dengan penelitian sebelumnya. Di Kawasan Pasar Raya cenderung terjadi peningkatan partikel halus, sedangkan

di Kawasan Lubuk Begalung cenderung terjadi peningkatan partikel kasar. Hal ini dipengaruhi oleh sumber partikulat di kedua lokasi, terutama meningkatnya aktivitas transportasi di Kawasan Pasar Raya yang mengemisikan partikel halus ke udara ambien, sedangkan peningkatan keberadaan partikel kasar di Kawasan Lubuk Begalung dikarenakan peningkatan aktivitas kegiatan industri dan kegiatan lainnya di sekitar lokasi pasca gempa Bumi tahun 2009 di Kota Padang, sehingga aktivitas masyarakat banyak diarahkan ke lokasi ini, yang jauh dari daerah pantai. Perbandingan distribusi ukuran partikulat pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 9.

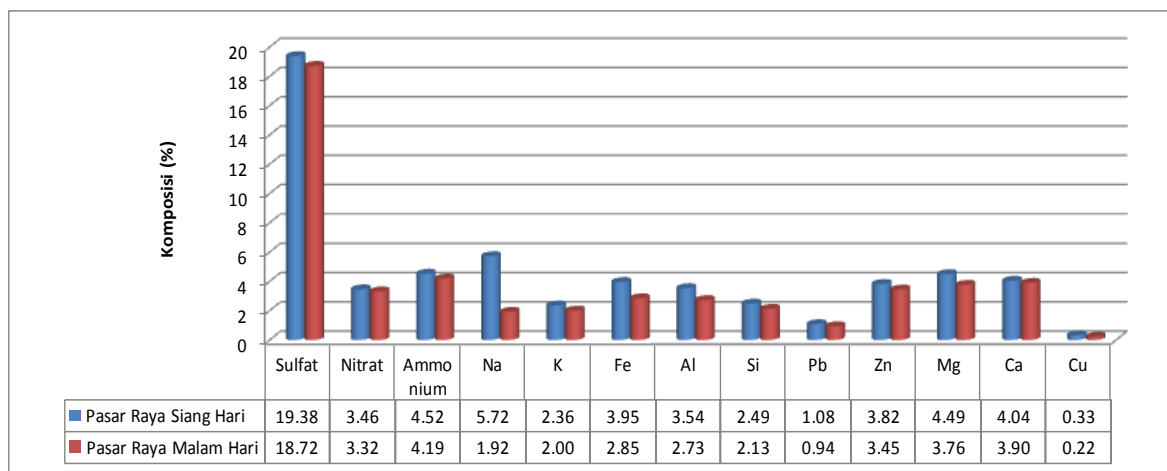


Gambar 9. Perbandingan Distribusi Ukuran Partikulat Penelitian Ini dengan Penelitian Sebelumnya

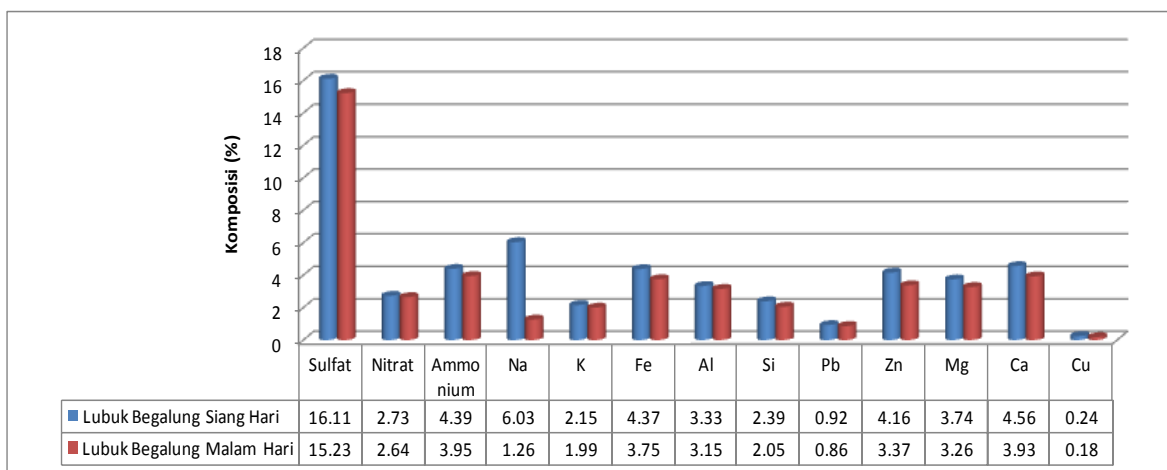
3.2 Komposisi Kimia Partikel Halus dan Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari

Komposisi kimia dalam partikel halus dan partikel kasar pada siang dan malam hari di udara ambien Kota Padang yang diwakili Kawasan Pasar Raya dan Kawasan Lubuk Begalung dapat dilihat pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 13. Gambar-gambar tersebut memperlihatkan untuk semua parameter karakteristik

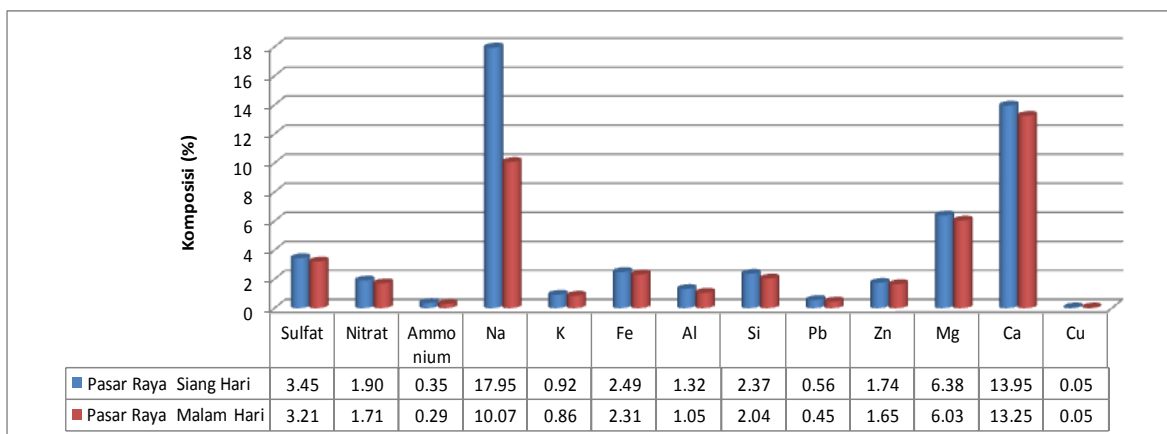
kimia yang diukur dalam penelitian ini dijumpai pada partikel halus dan partikel kasar, namun komposisinya dalam partikel halus dan partikel kasar baik pada siang dan malam hari di kedua kawasan memperlihatkan adanya perbedaan. Umumnya komposisi kimia masing-masing parameter kimia yang terkandung dalam partikulat pada siang hari lebih besar daripada komposisinya pada malam hari.



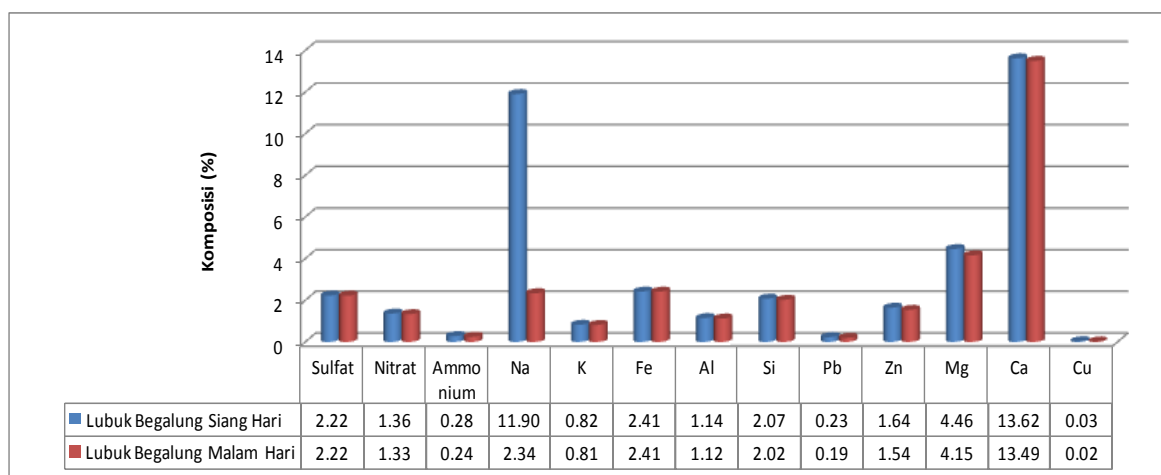
Gambar 10. Komposisi Kimia dalam Partikel Halus pada Siang dan Malam Hari di Kawasan Pasar Raya



Gambar 11. Komposisi Kimia dalam Partikel Halus pada Siang dan Malam Hari di Kawasan Lubuk Begalung

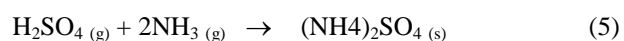


Gambar 12. Komposisi Kimia dalam Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari di Kawasan Pasar Raya



Gambar 13. Komposisi Kimia dalam Partikel Kasar pada Siang dan Malam Hari di Kawasan Lubuk Begalung

Komposisi kimia pada partikel halus di Kawasan Pasar Raya pada siang hari berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil adalah Sulfat (19,38%), Na (5,72%), Ammonium (4,52%), Mg (4,49%), Ca (4,04%), Fe (3,95%), Zn (3,82%), Al (3,54%), Nitrat (3,46%), Si (2,49%), K (2,36%), Pb (1,08%), Cu (0,33%) dan pada malam hari adalah Sulfat (18,72%) Ammonium (4,19%), Ca (3,90%), Mg (3,76%), Zn (3,45%), Nitrat (3,32%), Fe (2,85%), Al (2,73%), Si (2,13%), K (2,00%), Na (1,92%), Pb (0,94%), Cu (0,22%). Untuk Kawasan Lubuk Begalung, komposisi kimia pada partikel halus pada siang hari berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil adalah Sulfat (16,11%), Na (6,03%), Ca (4,56%), Ammonium (4,39%), Fe (4,37%), Zn (4,16%), Mg (3,74%), Al (3,33%), Nitrat (2,73%), Si (2,39%), K (2,15%), Pb (0,92%), Cu (0,24%) dan pada malam hari adalah Sulfat (15,23%), Ammonium (3,95%), Ca (3,93%), Fe (3,75%), Zn (3,37%), Mg (3,26%), Al (3,15%), Nitrat (2,64%), Si (2,05%), K (1,99%), Na (1,26%), Pb (0,86%), Cu (0,18%). Dari komposisi ini terlihat, senyawa Sulfat merupakan senyawa dengan komposisi terbesar pada partikel halus di kedua kawasan. Komposisi rata-rata senyawa Sulfat pada siang hari 16,11 - 19,38% dan pada malam hari 15,23 - 18,72%. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan senyawa Sulfat lebih stabil berada pada partikel halus. Sulfat merupakan pencemar sekunder yang terjadinya akibat adanya interaksi dari pencemar primer yaitu gas SO_x dengan beberapa unsur kimia lainnya. Pada partikel halus Sulfat terjadi akibat reaksi antara Asam Sulfat dengan Amonia yang menghasilkan Ammonium Sulfat dengan persamaan sebagai berikut (Seinfeld, 1986):



Keberadaan senyawa Sulfat pada partikel halus diperkirakan utama berasal dari proses emisi kendaraan bermotor yang melintasi kedua kawasan tersebut. Emisi kendaraan mengeluarkan gas SO_x yang bereaksi dengan gas Amonia di udara menjadi partikel halus Sulfat. Komposisi senyawa Sulfat pada partikel halus di Kawasan Pasar Raya lebih besar dibandingkan Kawasan Lubuk Begalung, dengan komposisi pada siang hari juga lebih besar dibandingkan dengan malam hari. Hal ini sesuai dengan pengukuran di lapangan terhadap jumlah kendaraan yang melintasi lokasi didapatkan jumlah kendaraan terbanyak adalah di Kawasan Pasar Raya pada siang hari dengan jumlah kendaraan sebanyak 57.056 kendaraan .

Komposisi kimia terbesar hingga terkecil dalam partikel kasar di Kawasan Pasar Raya pada siang hari berturut-turut adalah Na (17,95%), Ca (13,95%), Mg (6,38%), Sulfat (3,45%), Fe (2,49%), Si (2,37%), Nitrat (1,90%), Zn (1,74%), Al (1,32%), K (0,92%), Pb (0,56%), Ammonium (0,35%) dan Cu (0,05%), sedangkan pada malam hari adalah Ca (13,25%), Na (10,07%), Mg (6,03%), Sulfat (3,21%), Fe (2,31%), Si (2,04%), Nitrat (1,71%), Zn (1,65%), Al (1,05%), K (0,86%), Pb(0,45%), Ammonium (0,29%) dan Cu (0,05%). Dari pengukuran ini didapatkan adanya perbedaan komposisi kimia terbesar dalam partikel kasar pada siang dan malam hari di kawasan Pasar Raya. Komposisi kimia terbesar pada siang hari adalah logam Na sebesar 17,95% sedangkan pada malam hari adalah logam Ca sebesar 13,25%. Adanya perbedaan komposisi kimia dalam partikel kasar pada siang dan malam hari ini dipengaruhi oleh kondisi meteorologis terutama arah angin dominan. Pada siang hari, angin bergerak dari Barat ke Timur yang berarti dari lautan ke daratan, sehingga dapat mendispersikan garam-garam laut (*sea*

spray) ke udara sekitar lokasi sampling yang hanya berjarak 1 km dari pantai Padang. Komponen utama dari semburan air laut ini adalah logam Na. Berdasarkan penelitian Chow (1995) daerah pantai mengandung komposisi Na lebih dari 10%. Untuk malam hari, komposisi kimia terbesar adalah logam Ca. Keberadaan logam Ca di lokasi ini diperkirakan dari debu jalan yang tertiuip angin, dikarenakan kecepatan angin cukup tinggi pada malam hari sehingga dapat meresuspensi kembali debu jalan ke atmosfer. Selain itu juga dipengaruhi oleh angin dominan yang bergerak dari Timur ke Barat atau dari daratan ke pantai. Di sebelah Timur lokasi terdapat penambangan batu kapur untuk industri semen yang mengemisikan logam Ca ke udara. Kecepatan angin yang besar pada malam hari juga membantu terjadinya transpor polutan dari sebelah Timur lokasi.

Pengukuran komposisi kimia dalam partikel kasar di Kawasan Lubuk Bagalung didapatkan komposisi kimia terbesar hingga terkecil dalam partikel kasar pada siang hari adalah Ca (13,62%), Na (11,90%), Mg (4,46%), Fe (2,41%), Sulfat (2,22%), Si (2,07%), Zn (1,64%), Nitrat (1,36%), Al (1,14%), K (0,82%), Ammonium (0,28%), Pb (0,23%) dan Cu (0,03%), sedangkan pada malam hari adalah Ca (13,49%), Mg (4,15%), Fe (2,41%), Na (2,34%), Sulfat (2,22%), Si (2,02%), Zn (1,54%), Nitrat (1,33%), Al (1,14%), K (0,81%), Ammonium (0,24%), Pb (0,19%) dan Cu (0,02%). Komposisi kimia terbesar dalam partikel kasar pada siang dan malam hari tetap didominasi oleh logam Ca, dengan komposisi pada siang hari sebesar 13,62% dan pada malam hari 13,49%. Sumber logam Ca terbesar di lokasi ini diperkirakan berasal dari penambangan batu kapur untuk industri semen yang terletak sebelah timur dari lokasi sampling. Industri semen tersebut menggunakan batu kapur sebagai salah satu bahan baku untuk proses produksinya dalam komposisi yang cukup besar ($\pm 80\%$). Selain itu sumber logam Ca di kawasan ini juga berasal dari resuspensi debu jalanan yang tertiuip angin dan akibat aktivitas kendaraan bermotor yang cukup padat melintasi kawasan tersebut.

Perbedaan komposisi yang sangat mencolok pada siang dan malam hari di Kawasan Lubuk Begalung terlihat pada logam Na. Komposisi logam Na pada siang hari sebesar 11,90% dan pada malam hari menurun menjadi 2,34%. Hal ini berarti pada siang hari terjadi transport polutan dari kawasan sebelah Barat lokasi yaitu Pantai Padang yang merupakan sumber logam Na terbesar, yaitu berasal dari semburan air laut (*sea spray*). Dengan kata lain fenomena angin laut yang terjadi pada siang hari telah mempengaruhi komposisi kimia partikel

kasar di Kawasan Lubuk Begalung yang berjarak 7 Km dari Pantai Padang.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu tahun 2004 di Kawasan Pasar Raya dan tahun 2009 di Kawasan Lubuk Begalung dengan durasi sampling untuk pengukuran komposisi kimia selama 24 jam kumulatif, tanpa membedakan sampling pada siang hari dan malam hari, didapatkan ada perbedaan komposisi kimia pada partikel kasar. Dari hasil pengukuran untuk durasi sampling selama 24 jam diperoleh komposisi terbesar dalam partikel kasar di Kawasan Pasar Raya adalah logam Na (Ruslinda. dkk, 2004) dan di Kawasan Lubuk Begalung adalah logam Ca (Hafidawati. dkk, 2009). Namun pengukuran dengan durasi sampling 12 jam siang dan 12 jam malam hari pada penelitian ini didapatkan komposisi kimia terbesar di Kawasan Pasar Raya pada siang hari adalah logam Na dan pada malam hari adalah logam Ca. Di Kawasan Lubuk Begalung, walau logam Ca merupakan komposisi terbesar pada siang dan malam hari, dikarenakan sumber Ca yang cukup tinggi di sekitar lokasi, namun untuk logam Na, komposisi mencolok antara siang dan malam hari juga terlihat. Komposisi logam Na pada siang hari hampir enam kali lebih tinggi daripada komposisinya pada malam hari. Hal ini dikarenakan adanya fenomena angin laut pada siang hari, dimana angin bertiup dari daerah pantai ke daerah daratan, sehingga akan membawa partikel tersuspensi dari daerah pantai yang terletak sebelah Barat lokasi ke daerah yang berada di sebelah Timur lokasi. Dengan demikian dapat disimpulkan dari hasil penelitian komposisi kimia partikulat di udara ambien dengan membedakan waktu sampling pada siang dan malam hari didapatkan perbedaan komposisi kimia dominan terutama pada partikel kasar dipengaruhi oleh perbedaan kondisi meteorologi terutama arah dan kecepatan angin. Hal ini berkaitan dengan lokasi Kota Padang yang merupakan kota pantai, sehingga fenomena angin laut yang terjadi pada siang hari dan angin darat yang terjadi pada malam hari dapat mempengaruhi komposisi kimia partikulat di udara ambien. Fenomena angin laut dan angin darat ini juga telah mengakibatkan terjadinya transpor polutan dari daerah lautan ke daerah daratan atau sebaliknya. Fenomena angin laut dan angin darat serta transpor polutan pada penelitian ini terlihat pada kedua kawasan yang berjarak 1-7 km dari pantai.

Komposisi kimia pada partikel halus baik pada penelitian terdahulu dengan durasi sampling selama 24 jam dan penelitian ini dengan durasi sampling 12 jam, didapatkan senyawa Sulfat tetap mendominasi komposisi partikel halus di kedua kawasan. Hal ini dikarenakan senyawa Sulfat lebih stabil berada dalam partikel halus

dalam bentuk Amonium Sulfat. Dalam penelitian ini diperoleh kandungan Sulfat dalam partikel halus hampir seperlima bagian dari total jenis partikulat tersebut. Komposisi senyawa Sulfat pada siang dan malam hari di kedua kawasan perbedaannya terlihat tidak signifikan. Hal ini berarti sumber senyawa sulfat diperkirakan hanya berasal dari emisi gas SO_x di sekitar lokasi seperti emisi dari gas buang kendaraan yang melintasi kawasan, aktivitas memasak dari sumber komersil dan domestik serta emisi dari pembakaran batu bara pada industri di sekitar lokasi. Fenomena angin laut dan angin darat serta transport polutan tidak terlalu mempengaruhi komposisi kimia dominan pada partikel halus.

4 Kesimpulan

Dari penelitian ini diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Adanya perbedaan komposisi kimia dalam partikel halus dan partikel kasar di udara ambien Kota Padang pada siang dan malam hari, dengan komposisi kimia pada siang hari cenderung lebih besar dibandingkan komposisinya pada malam hari.
2. Komposisi kimia terbesar dalam partikel halus baik pada siang maupun malam hari adalah senyawa Sulfat sebesar 15,23-19,38% yang diperkirakan berasal dari emisi kendaraan bermotor yang melintasi kawasan.
3. Komposisi kimia terbesar dalam partikel kasar pada siang hari adalah logam Na sebesar 13,18-17,95% yang diperkirakan berasal dari semburan air laut (*sea spray*) dari Pantai Padang, sedangkan pada malam hari adalah logam Ca sebesar 13,25-13,49% yang berasal dari resuspensi debu jalanan dan penambangan batu kapur.
4. Perbedaan komposisi kimia dalam partikulat pada siang dan malam hari terutama pada partikel kasar selain dipengaruhi perbedaan aktivitas yang mengemisikan partikulat juga dipengaruhi transpor polutan secara horisontal serta fenomena angin laut yang terjadi pada siang hari dan angin darat yang terjadi pada malam hari.
5. Dibandingkan dengan baku mutu kualitas udara ambien (PP RI no 41 tahun 1999), konsentrasi partikel halus hampir mendekati baku mutu (65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DIKTI yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui dana Penelitian Fundamental tahun 2011-2012 dan Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Chow J. C., 1995. *Measurement Methods to Determine Compliance with Ambient Air Quality Standards for Suspended Particles*, Journal of Air&Waste Management Association vol. 45
2. Fierro, M. 2000. *Particulate Matter*. www.airinfony.org diakses tanggal 12 Februari 2011
3. Hafidawati, Ruslinda, Y., Fitria, D., 2009. *Analisis Karakteristik Fisik dan Kimia Partikulat untuk Mengidentifikasi Sumber Pencemar di Udara Ambien Kota Padang* Laporan Akhir Penelitian Hibah Strategis Nasional Tahun 2009.
4. Hien et al., 2003. *Source of PM₁₀ in Hanoi and Implications for Air Quality Management* http://www.Cleanairnet.Org/baq2003/1496/articles/58117_resource_1.doc di akses tanggal 3 maret 2011
5. Lodge, J.P., 1989. *Methods of Air Sampling and Analysis*, 3rd edition, Intersociety Committee, AWMA-ACS-AICHe- APWA-ASME- AOAC-HPS-ISA, Lewis Publisher, Michigan.
6. Nevers, ND. 1995. *Air Pollution Control Engineering, International Editions*. Singapore: McGraw-Hill
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>. dikses tanggal 12 Februari 2011
8. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*
9. Ruslinda, Y., Hafidawati, Helmiati, F, 2004. "Analisis Konsentrasi dan Kontribusi Partikulat di Udara Ambien Kawasan Pasar Raya Padang", Jurnal Dampak vol. 1 no. 1.
10. Seinfeld, J.H., 1986. *Atmospheric, Chemistry and Physics of Air Pollution*, John Willey & Sons, New York.
11. Tanner et al., 2002. *Chemical Compositon of Fine Particles*. www.epa.gov.com diakses tanggal 5 April 2011