

**STUDI CO-PRECIPIATION TEMBAGA (II) MENGGUNAKAN
COPRECIPITANT $\text{Al}(\text{OH})_3$ PADA SUNGAI BATANG ARAU
KOTA PADANG DIUKUR DENGAN METODA
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM
(SSA)**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia
sebagai Salah Satu Persyaratan Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh:

**YUSUF
NIM. 00346-2008**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Yusuf
NIM : 00346
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

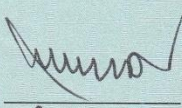
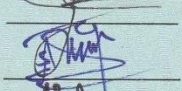
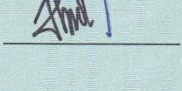
Dengan Judul :

STUDI *CO-PRECIPIATION* TEMBAGA (II) MENGGUNAKAN
COPRECIPITANT $\text{Al}(\text{OH})_3$ PADA SUNGAI BATANG ARAU
KOTA PADANG DIUKUR DENGAN METODA
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM
(SSA)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji
Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Negeri Padang

Padang, 10 Januari 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. H. Indang Dewata, M.Si	1. 
Sekretaris	: Edi Nasra, S.Si, M.Si	2. 
Anggota	: Drs. Nazulis, M.Si	3. 
Anggota	: Drs. Bahrizal, M.Si	4. 
Anggota	: Hari Sanjaya, S.Si, M.Si	5. 

ABSTRACT

Yusuf : Study Co-Precipitation Copper (II) Using Coprecipitant Al (OH)₃ in Batang Arau River City of Padang Measured with Atomic Absorption Spectrophotometric Method (SSA)

A study in the development co-precipitation method and natural samples are applied to the Batang Arau river in Padang City. Sampling is done once in the month of November 2012, by random sampling on the selected point along the river which is considered to represent the river. Sampling points taken in the river upstream Lubuk Paraku Kor named sample 1, the sampling point in the middle of the river that is called hilalang padang besi as sample 2, the third sampling point downstream to the mouth of the river which is called the sample stream 3.

The analyzes were performed with the optimization of pH and volume optimization before it was applied to the sample. The result is the determination of the optimum pH conditions co-precipitant Al(OH)₃ with atomic absorption spectroscopy air acetylene flame occurred at pH 6, the optimum volume coprecipitant used in the co-precipitation method is the addition of Al(OH)₃ as much as 11 mL. Content of Copper (II) obtained at the optimum conditions at upstream 2,22ppm, in the middle of the river is 1,294 ppm and 1,2 ppm at the river mouth, with an average concentration factor of 104 times compared to direct measurement without the co-precipitation. Quality Standards based on PP. 82 Year 2001 Class II is still in the threshold limited 0,02 ppm.

Keyword: co-precipitation, coprecipitant Al(OH)₃, prakonsentrasi

ABSTRAK

Yusuf : Studi *Co-Precipitation* Tembaga (II) Menggunakan Coprecipitant $\text{Al}(\text{OH})_3$ Pada Sungai Batang Arau Kota Padang Diukur Dengan Metoda Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Telah dilakukan penelitian dalam pengembangan metoda prakonsentrasi *co-precipitation* dan diaplikasikan pada sampel alam yaitu pada perairan sungai batang arau kota padang. Sampling dilakukan satu kali di bulan November 2012, secara *random sampling* pada titik yang telah dipilih sepanjang aliran sungai yang dianggap dapat mewakili sungai tersebut. Titik sampling diambil di hulu yaitu Sungai Lubuk Paraku Kor dinamai sampel 1, titik sampling di bagian tengah sungai yaitu hilalang padang besi dinamakan sampel 2, titik sampling ketiga adalah dihilir sungai yang menjadi muara aliran sungai dinamakan sampel 3.

Analisa dilakukan dengan optimasi pH dan optimasi volume sebelum diaplikasikan pada sampel alam. Hasilnya adalah pada penentuan kondisi optimum pH *co-precipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan spektroskopi serapan atom nyala udara asetilen terjadi pada pH 6, volume optimum coprecipitant yang digunakan pada metoda *co-precipitation* ini adalah pada penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebanyak 11 mL. Kandungan Tembaga (II) yang diperoleh pada kondisi optimum yaitu pada hulu sungai 2.22 ppm, pada tengah sungai adalah 1.294 ppm dan pada muara sungai 1.2 ppm, dengan faktor pemekatan rata-rata 104 kali dibandingkan dengan pengukuran langsung tanpa *co-precipitation*. Baku Mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Kelas II masih dalam ambang batas yaitu 0.02 ppm.

Keyword: *co-precipitation*, *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$, prakonsentrasi

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul ***“Studi Co-Precipitation Tembaga (II) Menggunakan Coprecipitant $Al(OH)_3$ Pada Sungai Batang Arau Kota Padang Diukur Dengan Metoda Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)”***. Seluruh kegiatan ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan dorongan, bantuan moril serta bimbingan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.H. Indang Dewata M.Si, selaku pembimbing I sekaligus penasehat akademik (PA) yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Nazulis, M.Si, Drs. Bahrizal, M.Si, Hari Sanjaya, S.Si, M.Si selaku penguji.
4. Ketua Jurusan Kimia Dra. Andromeda, M.Si.
5. Ketua Program Studi Kimia Dr. Budi Oktavia, M.Si.

6. Seluruh staf dosen jurusan kimia Universitas Negeri Padang atas ilmu yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA UNP serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulisan skripsi ini telah mengacu kepada pedoman literatur kepustakaan dengan usaha yang maksimal. Namun mungkin masih banyak terdapat kekurangan yang tidak diketahui penulis . Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Atas kritik dan sarannya penulis ucapkan banyak terimakasih.

Padang, Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Logam Berat.....	7
B. Tembaga (Cu).....	11
C. Kopresipitasi (<i>Co-precipitation</i>).....	13
D. Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
A. Jenis Penelitian.....	20
B. Waktu dan Tempat	20
C. Objek Penelitian	20

D. Teknik Pengambilan Sampel.....	21
E. Alat dan Bahan.....	21
F. Prosedur Penelitian.....	22
G. Kopersipitasi Ion Cu^{2+} oleh $\text{Al}(\text{OH})_3$	23
H. Preparasi Sampel.....	25
I. Perlakuan Untuk Sampel.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Penentuan pH <i>Co-precipitation</i>	27
B. Penentuan Volume Optimum <i>Co-precipitant</i> $\text{Al}(\text{OH})_3$	29
C. Pembuatan Kurva Kalibrasi	31
D. Aplikasi Metoda pada Sampel Alam.....	32
BAB V PENUTUP	35
A. Kesimpulan	35
B. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Logam-logam Makro dan Mikro yang Ditemukan dalam Kerak Bumi	8
2. Kandungan Logam Berat dalam Air Kondisi Alamiah.....	10
3. Kondisi Optimum Analisis Unsur Cd, Cr dan Pb	14
4. Linieritas Konsentrasi Standar dan Batas Deteksi Pb, Cu dan Cd.....	14
5. Batas Deteksi Instrument (mg/L) Untuk Beberapa Unsur	14
6. Titik – titik Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian.....	21
7. Absorbansi Logam Cu	32
8. Hasil Pengukuran Sampel	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Biogeokimia Logam dalam Lingkungan dan Hubungan dengan Kehidupan Manusia.....	2
2. Rangkaian Alat SSA	18
3. Skema Adsorpsi Ion Cu^{2+} oleh <i>Co-precipitant</i>	26
4. Kondisi Optimum (pH) <i>co-precipitation</i> Al (OH) ₃	28
5. Kondisi Optimum (Volume) <i>Co-precipitant</i> Al (OH) ₃	30
6. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cu^{2+}	31
7. Kurva 2 Kalibrasi Larutan Standar Cu^{2+}	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penentuan Kondisi Optimum Analisa.....	38
2. Perlakuan Terhadap Sampel.....	40
3. Denah Lokasi Sampling	41
4. Contoh Perhitungan.....	42
5. Hasil Pengamatan.....	43
6. Data Hasil Analisis Cu	46
7. Tabel Spesifikasi Instrumen AAS Varian AA240	48
8. Dokumentasi Penelitian	49
9. Tabel Perbandingan Pengukuran Kualitas Sungai	56
10. Tabel Hasil Pengukuran dan Analisis Kualitas Air Sungai/Batang Arau.....	57

BAB I

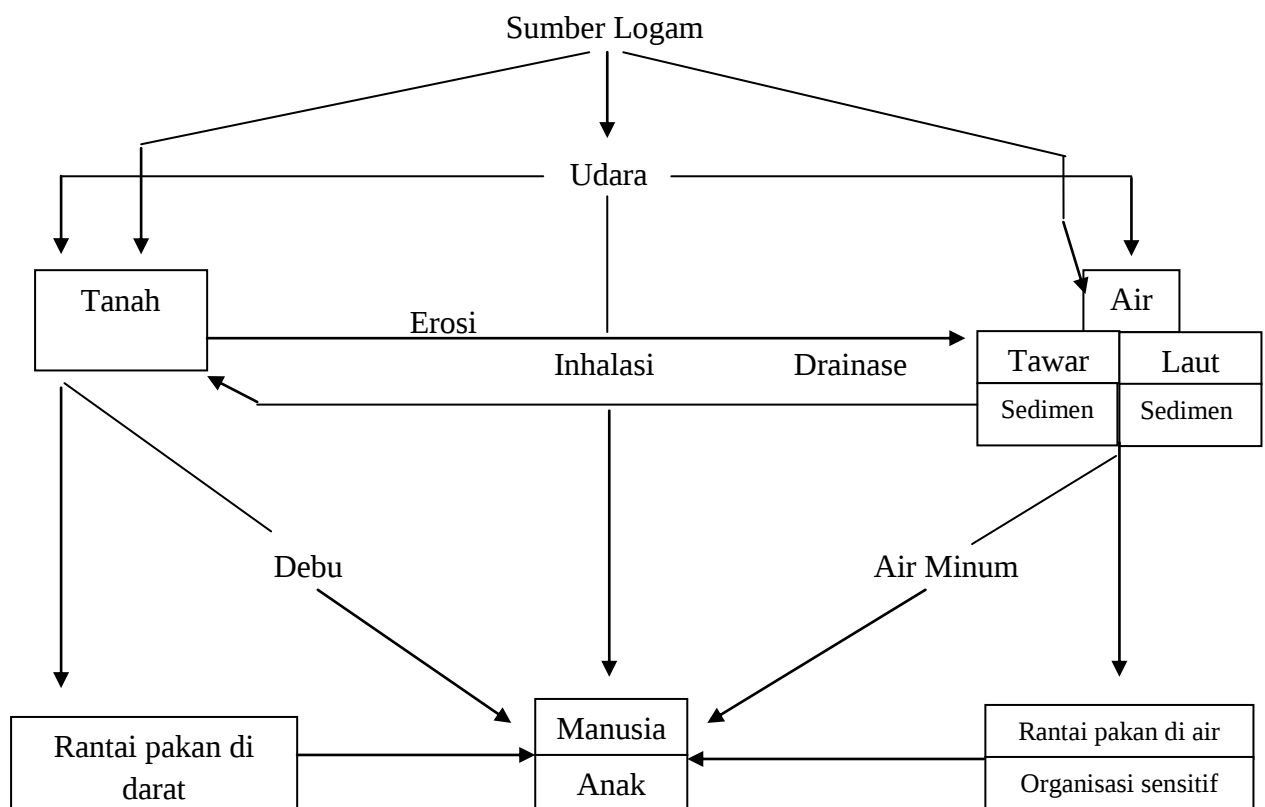
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kandungan logam dalam sungai berasal dari berbagai sumber, seperti batuan dan tanah serta dari aktivitas manusia termasuk pembuangan limbah cair baik yang telah diolah maupun belum diolah ke badan air kemudian secara langsung dapat mencemari badan perairan (Akoto dkk., 2008). Logam berat memasuki air alami dan menjadi bagian dari sistem suspensi air dan sedimen melalui proses absorpsi, presipitasi dan pertukaran ion (Liu dkk., 2006). Meskipun diketahui bahwa keberadaan logam berat di perairan merupakan hal alamiah yang terbatas dalam jumlah tertentu dalam kolom air, sedimen dan lemak biota, tetapi keberadaan logam berat ini akan meningkat akibat masuknya limbah yang dihasilkan oleh industri-industri serta limbah yang berasal dari aktivitas lainnya (Lin dkk., 2006). Dalam hubungannya dengan kondisi morfologi dan hidrologi, materi terlarut seperti logam dapat terakumulasi sepanjang perairan, bahkan dapat terjadi beberapa kilometer setelah sumber polusi (Pertiwi, 2009). Pencemaran logam berat merupakan masalah pencemaran lingkungan yang umum dan menjadi perhatian (Papafilippaki dkk., 2007).

Diantara banyaknya logam berat yang terpapar dalam perairan, salah satu jenis logam berat itu adalah tembaga (Cu). Aktivitas manusia seperti buangan industri merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam perairan. Disamping itu proses daur ulang

yang terjadi dalam tatanan lingkungan perairan yang merupakan efek dari aktifitas biota perairan juga sangat berpengaruh terhadap peningkatan Cu dalam perairan. Dalam kondisi normal keberadaan Cu dalam perairan ditemukan dalam bentuk senyawa ion Cu^+ , Cu^{2+} , dan lain-lain yang berikatan dengan senyawa lain seperti CuCO_3 atau CuCO^+ dan CuOH^+ . Biasanya jumlah Cu yang terlarut dalam perairan laut adalah 0,002 – 0,005 ppm. Bila dalam badan perairan laut terjadi peningkatan kelarutan Cu sehingga melebihi nilai ambang batas yang seharusnya maka akan terjadi peristiwa *biomagnifikasi* terhadap biota-biota perairan seperti gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Sistem biogeokimia logam dalam lingkungan dan hubungan dengan kehidupan manusia (* Sumber : Darmono, 1995)

Pada gambar 1 diterangkan sumber logam yang masuk ke perairan berasal dari udara, tanah dan air. Pada udara didistribusikan melalui angin yang diterbangkan dan masuk ke perairan. Distribusi logam pada tanah terbawa oleh air drainase dan erosi, sedangkan pada air dibawa aliran air hujan, makhluk hidup di air dan aktifitas manusia. Semua siklus yang dilalui akan sampai pada makhluk hidup seperti fitoplankton serta lumut, yang mana tidak akan dikeluarkan lagi melalui ekskresi yang akan terakumulasi dalam jaringan kehidupan dan bisa menimbulkan dampak negatif bagi makhluk hidup yang hidup mendayagunakan sistem perairan seperti manusia.

Konsentrasi logam yang ada di perairan umumnya sangat kecil. Jika dilakukan analisa logam tersebut dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) kurang efisien dilakukan, karena kemampuan dari SSA dalam mengukur logam yang berada dalam konsentrasi *trace*. SSA memiliki batas deteksi tertentu untuk logam tertentu sehingga kurang akurat mendeteksi suatu *trace* logam yang terdapat dalam sampel. Oleh karena itu perlu dilakukan metoda *pretreatment* sebelum diukur dengan SSA.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menganalisa dan memisahkan logam berat dalam jumlah yang relatif kecil (*trace metal*) yang terdapat dalam perairan. Misalnya metoda biosorpsi (penyerapan logam-logam menggunakan zat biologis seperti alga) dan metoda adsorpsi (menggunakan zat teraktivasi seperti aktivasi media sabut kelapa dengan basa). Namun data hasil analisa dari penelitian sebelumnya menunjukkan data yang bervariasi atau tidak konstan dan juga memerlukan waktu serta biaya (*cost*) yang cukup besar.

Salah satu metoda *pretreatment* yang digunakan untuk mengukur kandungan logam dalam konsentrasi sangat kecil adalah metoda *co-precipitation*, yaitu metoda dengan cara menggunakan suatu reagen yang dapat mengendapkan logam yang bersama-sama dengan *coprecipitant* membentuk koloidal, setelah koloidal itu dilarutkan dalam asam pekat sehingga dapat diukur dengan SSA.

Dari penelitian yang lalu banyak jenis *coprecipitant* yang dapat digunakan yang memiliki kelemahan dan keunggulan masing-masingnya seperti Zirkonium Hidroksida $Zr(OH)_2$, *coprecipitant* ini membutuhkan pemanasan untuk melarutkan *coprecipitant* tersebut. Selanjutnya penggunaan Besi (III) Tetraetilen Ditiokarbamat memerlukan waktu pelarutan yang lama dari pengendap untuk menyederhanakan sampel matrik (Hudnik, 1978). *Coprecipitant* Indium Hidroksida $In(OH)_2$ merupakan *coprecipitant* yang sangat bagus, tapi serapan latar belakang dari Indium mengganggu dalam analisa. *Coprecipitant* lainnya adalah Scandium Hidroksida $Sc(OH)_3$ yang cukup efisien dalam mengendapkan logam-logam berat, namun pengendapan masih kurang efektif karena masih banyaknya logam-logam terdapat pada filtrat. Semuanya *coprecipitant* di atas dilakukan pada pengukuran dengan menggunakan *Grafit Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry (GFAAS)*.

Penentuan *coprecipitant* yang cocok untuk menganalisa sebuah logam dengan menggunakan metode ini dipengaruhi oleh tetapan nilai kesetimbangan kelarutan (K_{sp}) dari logam yang akan dijadikan sebagai zat

coprecipitant. Nilai kesetimbangan kelarutan zat *coprecipitant* dipaparkan dalam (Slowinski, 1990) untuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ adalah 5×10^{-33} , dibandingkan dengan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ adalah 2×10^{-19} dan $\text{Cd}(\text{OH})_2$ adalah 2×10^{-14} . Nilai Ksp Hidroksida yang kecil akan lebih efektif dalam mengendapkan logam berat yang akan dianalisa. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mencoba mengembangkan metoda *co-precipitation* menggunakan $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebagai *coprecipitant* pada penentuan kadar logam tembaga (Cu) di perairan dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) Nyala Udara-Asetilen.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi pH terhadap kapasitas serapan ion tembaga (Cu^{2+}) oleh *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi konsentrasi *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ terhadap kapasitas serapan ion tembaga (Cu^{2+}) oleh *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$?
3. Bagaimanakah kemampuan *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam menganalisa kadar ion tembaga (Cu^{2+}) yang tergolong kedalam *trace* logam (konsentrasi kecil) ?

C. Batasan masalah

Untuk lebih terarahnya penelitian ini, maka penulis membatasi masalah penelitian pada prakonsentrasi ion tembaga (Cu^{2+}) dengan menggunakan *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$. Parameter yang diamati adalah pH dan

konsentrasi *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk :

1. Mencari kondisi optimum *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ (pH dan volume) dengan menggunakan SSA nyala Udara-Asetilen dalam penentuan konsentrasi ion tembaga (Cu^{2+}) di dalam sampel.
2. Mengaplikasikan metoda pada sampel alam seperti perairan sungai yang bermuara ke laut.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang kondisi optimim (pH dan Volume) *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang digunakan dalam metoda *co-precipitation* dalam menentukan *trace* logam tembaga (Cu^{2+}) dalam sampel air di perairan sungai batang arau kota padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Logam Berat

Dalam konsentrasi tertentu logam berat dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan pengembangan hidup makhluk hidup di biota air. Peningkatan kadar logam dalam air akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai metabolisme akan berubah menjadi racun bagi organisme akuatik (Philips dan Effendi, 1980 dalam Satmoko Yudo 2006). Menurut Nordberg et al, 1986 dalam Satmoko Yudo logam berat jika telah diserap oleh tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui ekresi makhluk hidup dalam biota itu, sehingga apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka pembersihannya akan sulit dilakukan. Akibatnya akan ada di sepanjang rantai makanan, hal itu disebabkan karena predator pada satu trofik level makanan memakan mereka dari trofik level yang lebih rendah yang telah tercemar, sehingga akan terjadi akumulasi logam berat yang ada pada sedimen, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota laut (Hutabarat dan Evans, 1986 dalam Satmoko Yudo 2006).

Logam merupakan unsur alam yang dapat diperoleh dari laut, erosi batuan tambang, vulkanis dan sebagainya. Ahli kimia Darmono (1995) membagi logam menjadi logam makro dan logam mikro, dimana logam

makro ditemukan lebih dari 1000 mg/kg dan logam mikro jumlahnya kurang dari 500 mg/kg yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Logam-logam Makro dan Mikro yang Ditemukan dalam Kerak Bumi

Kelompok	Logam	Simbol	Jumlah (mg/kg)
Makro	Aluminium	Al	81.300
	Besi	Fe	50.000
	Kalsium*	Ca	36.300
	Natrium*	Na	28.300
	Kalium*	K	25.900
	Magnesium*	Mg	20.900
	Mangan	Mn	1.000
Mikro	Barium	Ba	425
	Nikel	Ni	75
	Seng	Zn	70
	Tembaga	Cu	55
	Plumbum	Pb	12,5
	Uranium	U	2,7
	Timah Putih	Sn	2
	Kadmium	Cd	0,2
	Merkuri	Hg	0,08
	Perak	Ag	0,07
	Emas	Au	0,004

*Logam ringan

Ahli biologi Clark (1986): Dinih (1995) dalam Yudhanegara (2005) membagi logam dalam tiga kelompok, yaitu:

1. Logam ringan (seperti natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain), biasanya diangkut sebagai kation aktif didalam larutan yang encer.
2. Logam transisi diperlukan dalam konsentrasi yang rendah, tetapi beracun dalam konsentrasi yang tinggi seperti: besi, tembaga, kobalt dan mangan.
3. Logam berat dan metaloid umumnya tidak diperlukan dalam kegiatan metabolisme dan sebagai racun bagi sel dalam konsentrasi yang rendah.

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan berat jenis 5 g/cm^3 terletak di sudut kanan bawah daftar berkala, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasa bernomor atom 22 – 92 dari periode 3 – 7 pada tabel periodik. Jika dikalkulasikan jumlahnya mencapai 40 jenis. Beberapa diantaranya logam berat yang beracun tersebut adalah: As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, dan Zn (Wild, 1995 dalam Panjaitan, 2009).

Faktor-faktor lingkungan berpengaruh terhadap logam berat diantaranya keasaman tanah, bahan organik, suhu, tekstur, mineral liat dan kadar unsur lain termasuk didalamnya pH disebabkan penurunan kadar pH secara umum meningkatkan ketersediaan logam berat kecuali Mo dan Se (Klein dan Trayer 1995 dalam Panjaitan, 2009).

Secara kimia logam cenderung berada pada tingkat oksidasi stabil (biasanya dengan cara membentuk garam atau bentuk unsur stabil). Unsur logam dapat bertindak sebagai akseptor elektron (asam lewis) dan berpasangan dengan donor elektron (basa lewis) membentuk bermacam-macam senyawa seperti pasangan ion. Semakin besar konstanta kesetimbangan dari suatu logam maka semakin stabil pula kompleks logam tersebut dalam larutannya. Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal.

Logam berat masih termasuk ke dalam logam dengan kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam

tubuh organisme. Pada badan perairan, logam pada umumnya berada dalam bentuk ion-ion. Ada yang merupakan ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya. Dan diantara ion bebas itu seperti ion logam Cu^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{3+} . Logam seperti Pb(II) , Zn(II) , Cd(II) , Hg(II) , mempunyai kemampuan untuk membentuk kompleks sendiri, seperti dengan ion-ion Cl^- dan/atau SO_4^{2-} . Pada kondisi aerobik, ion-ion logam bebas akan terbentuk lebih banyak. Sedangkan kenaikan pH akan menyebabkan terjadinya pengendapan dari senyawa logam dengan karbonat, demikian juga dengan senyawa oksida dan hidroksidanya (Palar, 1994).

Pencemaran pada air tawar yang biasanya mengalir di sungai, biasanya berasal dari buangan air limbah, erosi, dan dari udara secara langsung. Sedangkan di daerah sekitar pantai kontaminasi logam kebanyakan berasal dari mulut sungai yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri atau pertambangan.

Tabel 2. Kandungan Logam Berat dalam Air Kondisi Alamiah

Logam	Air Laut Kandungan rata-rata ($\mu\text{g/L}$)	Air Tawar Kandungan rata-rata ($\mu\text{g/L}$)
Al	1,00	-
As	0,30	0,05
Cd	0,11	0,3
Cr	0,12	-
Co	0,05	-
Cu	2,00	-
Fe	3,40	-
Pb	0,03	0,3
Mn	1,90	-
Hg	0,15	0,1
Ni	2,00	-
Ag	0,28	-
Zn	2,00	-

Sumber: Darmono, 1995

B. Tembaga (Cu)

Logam berat Cu (*cuprum*) termasuk logam berat essential yang meskipun tergolong beracun tetapi masih dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah yang kecil. Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan bekerja bila telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 1994). Tembaga (*Cuprum*) adalah logam merah muda yang lunak dapat ditempa dan liat yang melebur pada 1038 °C potensial elektroda standarnya positif (+ 0,34 V). Logam ini tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer (Vogel, 1994). Secara biologis Cu tersedia dalam bentuk Cu^+ dan Cu^{2+} dalam garam anorganik dan kompleks anorganik. Logam Cu merupakan salah satu logam esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Logam ini dibutuhkan sebagai unsur yang diperlukan dalam pembentukan enzim oksidatif dan pembentukan kompleks Cu protein yang dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin, kolagen, pembuluh darah, dan myelin (Darmono, 1995).

Logam Cu merupakan logam essential yang jika berada dalam konsentrasi rendah dapat merangsang pertumbuhan organisme sedangkan dalam konsentrasi yang tinggi dapat menjadi penghambat (Connel dan Miller dalam Setyowati, 2005). Selanjutnya oleh Palar (1994) menyatakan bahwa biota perairan sangat peka terhadap kelebihan Cu dalam perairan sebagai tempat hidupnya karena biota perairan tersebut berinteraksi langsung dalam perairan. Contohnya penyerapan logam dengan insang oleh ikan ketika melakukan respirasi. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan

menyebabkan kematian bagi fitoplankton, karena dalam tenggang waktu 96 jam biota seperti yang tergolong jenis Mollusca akan mengalami kematian bila Cu yang terlarut dalam badan air berada pada kisaran 0,16 sampai 0,5 ppm.

Logam Cu dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh maka apabila konsentrasi yang cukup besar logam ini akan meracuni manusia tersebut. Pengaruh racun yang ditimbulkan dapat berupa muntah-muntah, rasa terbakar di daerah eksofagus dan lambung, kolik, diare yang kemudian disusul dengan hipotensi, nekrosi hati dan koma (Supriharyono, 2000 dalam Panjaitan, 2009). Perpindahan Cu dengan konsentrasi yang relatif tinggi dari lapisan bumi ditentukan oleh cuaca, proses pembentukan tanah, potensial oksidasi reduksi, jumlah bahan organik di perairan dan pH. Pada kondisi asam kelarutan Cu akan meningkat dalam perairan. Sedangkan pada kondisi basa Cu cenderung didepresipitasi oleh perairan sehingga akan terlarut dan terbawa oleh air yang mengakibatkan defisiensi Cu pada perairan (Merian, 1994 dalam Panjaitan, 2009).

Penelitian-penelitian yang dilakukan berkenaan dengan daya racun yang dimiliki oleh Cu^{2+} menunjukkan bahwa daya racun yang dimiliki oleh Cu dapat membunuh biota perairan seperti jenis algae (*chlorella vulgaris*), jenis jamur (*fungi*), protozoa (*paramecium*) dan pada konsentrasi kisaran 2,5 – 3,0 ppm akan mampu membunuh ikan-ikan di perairan. Dikatakan toksik karena sulit terdegradasi sehingga dalam perairan dapat terakumulasi dalam tubuh organisme (Sutamihardja dkk, 1982 dalam Setiaka dkk, 2010).

B. Kopresipitasi (*Co – precipitation*)

Co-precipitation adalah perpindahan dari sebuah unsur ke dalam sebuah presipitat dari beberapa senyawa dari unsur yang tidak membentuk fase padat pada kondisi yang diberikan. *Co-precipitation* menunjukkan penyerapan komponen *trace* pada permukaan oleh kolektor (*carriers*) yang sesuai dengan sifat larutan yang akan di *Co-precipitation* yang mudah disaring dan dicuci presipitannya (Zolotov dan Kuz'min, 1990). Metoda *pretreatment co-precipitation* digunakan pada analisa kadar logam di perairan yaitu logam *trace*, merupakan logam yang dalam keadaan alami berjumlah sangat sedikit konsentrasinya. Biasanya logam ini ditemukan 0,1 % atau kurang dalam kerak bumi. Yang termasuk dalam logam *trace* itu diantaranya logam berat yang terdapat dalam berbagai perairan, tanah maupun dalam jaringan makhluk hidup (Darmono, 1995). Analisa kadar konsentrasi logam *trace* ini diperlukan teknik yang sangat sensitif supaya memberikan data analisa yang akurat. Salah satu instrumen yang cukup banyak digunakan adalah spektrofotometer serapan atom (SSA) sebagai alat untuk analisis. Walaupun teknik SSA sangat bagus digunakan dalam analisis air secara langsung, tetapi SSA ini mempunyai keterbatasan analisa pengukuran (limit deteksi) pada beberapa senyawa yang disebabkan adanya matriks pengganggu atau terlalu rendahnya konsentrasi unsur/senyawa itu sendiri (Sekhar, 2003 dalam <https://digilibits.ac.id>).

Pada Tabel 3, 4 dan 5 masing-masing disajikan data kondisi optimum analisis, linieritas konsentrasi dan batas deteksi unsur Pb, Cu dan Cd. Kondisi optimum analisis diperoleh dengan mengukur serapan yang optimum pada

panjang gelombang maksimum dari masing-masing unsur pada setiap perubahan parameter lebar celah, arus lampu, laju alir cuplikan dan asetilen, dan tinggi pembakar. Linieritas konsentrasi menunjukkan daerah kerja yang optimum masing-masing unsure dan batas deteksi diperoleh berdasarkan perhitungan statistik dari kurva kalibrasi masing-masing unsur (Supriyanto dkk, 2007).

Tabel 3. Kondisi Optimum Analisis Unsur Pb, Cu, dan Cd

Parameter	Unsur		
	Pb	Cu	Cd
Panjang gelombang, nm	217,0	324,8	228,6
Lebar celah, nm	1,0	0,5	0,5
Arus lampu, mA	5	5	4
Laju alir cuplikan, ml/mnt.	4,5	4,5	4,5
Laju alir udara l/menit	13,5	13,5	13,5
Laju alir asetilen l/menit	1,70	2,50	1,56
Tinggi pembakar, mm	14	13	14,5

Sumber : Supriyanto dkk, 2007

Tabel 4. Linieritas Konsentrasi Standar dan Batas Deteksi Pb, Cu, dan Cd

Unsur	Linieritas konsentrasi (ppm)	Batas deteksi (ppm)
Pb	0,5 – 2,5	0,18
Cd	0,05 – 0,25	0,02
Cu	0,1 – 0,5	0,05

Sumber : Supriyanto dkk, 2007

Tabel 5. Batas Deteksi Instrument (ng/mL) Untuk Beberapa Unsur

Element	AAS Flame	AAS Elektrotermal	AES Flame	AES ICP	AFS Flame
Al	30	0.1	5	0.2	5
As	200	0.5	-	2	15
Ca	1	0.25	0.1	0.0001	0.4
Cd	1	0.01	2000	0.07	0.1

Cr	4	0.03	5	0.08	10.6
Cu	2	0.05	10	0.04	0.2
Fe	6	0.25	50	0.09	0.3
Hg	500	5	-	-	5
Mg	0.2	0.002	5	0.003	0.3
Mn	2	0.01	-	0.01	
Mo	5	0.5	100	0.2	8
Na	0.2	0.02	0.1	0.1	0.3
Ni	3	0.5	600	0.2	0.4
Pb	8	0.1	200	1	5
Sn	15	5	300	-	200
V	25	1	200	0.06	25
Zn	1	0.005	50000	0.1	0.1

Ket: 1 ng/mL = 10^{-3} µg/mL = 10^3 ppm

Sumber: Scoog, 2000: 132

Co-precipitation juga menjadi sebuah metoda yang efektif dari prakonsentrasi. *Co-precipitation* dari elemen *trace* lebih luas digunakan sebagai sebuah metoda prakonsentrasi dibandingkan presipitasi. Fakta menyebutkan pada metoda *co-precipitation*, endapan-endapan cenderung mengadsorpsi zat-zat asing yang tidak mengganggu analit sehingga metoda ini bisa dipakai dalam prakonsentrasi untuk memekatkan logam *trace* sebelum dianalisa. *Co-precipitation* telah digunakan secara luas untuk mengisolasi runtu isotop-isotop radioaktif. Ketika isotop dibentuk dalam reaksi nuklir, jumlah yang terbentuk bisa sangat kecil dan prosedur pengendapan biasanya gagal pada konsentrasi yang kecil.

Metoda yang digunakan oleh ahli kimia untuk mengendapkan (presipitasi) dan kadang mengisolasi unsur-unsur pada tingkat runtu atau ultra runtu adalah menambahkan sejumlah senyawa yang ketika dicampurkan dan dilarutkan dalam larutan akan membawa isotop radioaktif dengan kopresipitannya. Misalnya ketika CuS diendapkan, ia akan membawa runtu

ion-ion seperti Hg^{2+} , Bi^{3+} dan Pb^{2+} yang juga membentuk sulfida-sulfida asam tak mudah larut.

Pengendapan kembali dilakukan untuk mendapatkan ion radio isotop yang murni dengan teknik pengendapan dengan *co-precipitation* (zat pembawa) yang ditentukan konsentrasinya. Jika zat yang dilarutkan kembali seperti garam dari asam lemah dalam asam kuat maka ia dapat langsung disaring, dilarutkan kembali dan diendapkan kembali. Sehingga didapatkan ion pencemar dalam endapan kedua dalam konsentrasi yang rendah (Day dan Underwood, 1998).

C. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Spektrometri merupakan suatu metoda analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri adalah Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Anshori, 2005).

Metode analisis AAS pertama kali diperkenalkan oleh A.Walsh pada tahun 1955. Metoda ini merupakan metoda yang kepekaan dan ketelitiannya cukup tinggi dan hanya memerlukan sampel dalam jumlah sedikit. Prinsip AAS yaitu adanya interaksi energi radiasi elektromagnetik dengan atom yang berada pada tingkat energi dasar. Apabila seberkas energi radiasi mengenai sekelompok atom yang berada pada tingkat energi dasar dan bila energi itu

sesuai maka energi tersebut akan diserap dan atom akan tereksitasi ke tingkat energi tertentu. Pada analisis AAS prosesnya dimulai setelah penyemprotan larutan yang mengandung unsur yang akan dianalisa ke dalam nyala. Sinar elektromagnetik dialirkan dari lampu katoda berongga dengan panjang gelombang tertentu sehingga tereksitasi (Khopkar, 1990).

Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan dengan banyaknya atom bebas logam yang berada dalam sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari:

1. Hukum Lambert: bila suatu sumber sinar monokromatis melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
2. Hukum Beer: intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut. Dari kedua hukum tersebut diperoleh persamaan:

$$P = P_0 \cdot e^{-(\epsilon bc)}$$

$$A = -\log P / P_0 = \epsilon bc$$

Dimana: P_0 = Intensitas sumber sinar

P = Intensitas sinar yang diteruskan

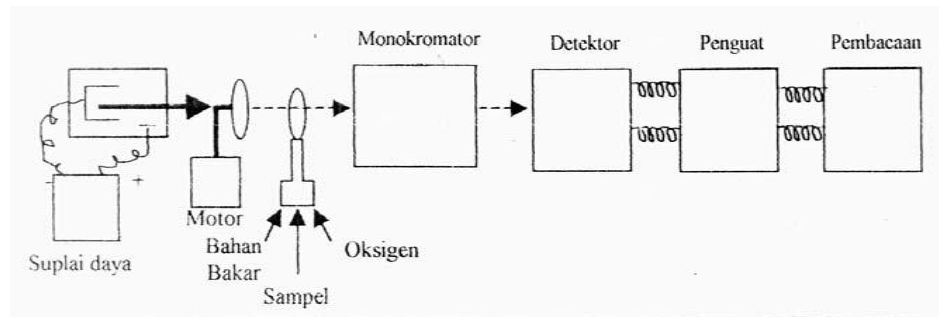
ϵ = Absorsivitas molar

b = Panjang medium

c = Konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

A = Absorbans

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day dan Underwood, 1989).



Gambar 2. Rangkaian Alat SSA

System peralatan SSA antara lain:

1. Peralatan atomisasi

Proses atomisasi dibedakan atas 3 tahap yaitu penguapan pelarut, pengkabutan dan pembentukan atom-atom bebas. Larutan yang akan dikabutkan ditarik ke pipa kapiler dengan aliran gas bertekanan tinggi terbentuk suspensi partikel cair. Ketika partikel kecil suspensi dibawa aliran gas ke dalam nyala yang timbul dari campuran gas dan bahan diubah menjadi atom bebas. Dalam nyala ini terjadi proses penguapan pelarut.

2. Sumber cahaya

Sumber cahaya yang akan dilewatkan adalah cahaya monokromatis. Karena atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu sehingga digunakan lampu katoda berongga yang terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisa.

3. Monokromatis

Monokromatis berfungsi untuk memilih garis pancaran tertentu dan memisahkannya dari semua garis yang tidak diserap yang dipancarkan oleh sumber radiasi.

4. Detektor

Merupakan sistem fotometri untuk mengukur intensitas radiasi dalam daerah UV dari spectrum dan mengubahnya menjadi energi listrik.

5. Amplifier

Arus yang dihasilkan oleh detektor sangat kecil, dengan adanya amplifier arus ini diperkuat sehingga dapat diukur dengan alat ukur.

6. Rekorder

Peralatan yang diperlukan untuk mengubah dan mencatat sinyal-sinyal listrik yang berasal dari detektor ke suatu bentuk sehingga dapat dibaca oleh operator.

SSA merupakan metoda penentuan kadar logam dalam cuplikan yang sangat kompleks, analisisnya cepat, sensitif dan sangat spesifik untuk unsur logam. Disamping itu, metoda ini dapat digunakan juga untuk menentukan kadar logam yang konsentrasinya sangat kecil tanpa harus dipisahkan terlebih dahulu. Batas ketelitiannya sangat tinggi, yakni dapat mengukur kandungan logam kurang dari 1 ppm. Mempunyai lampu katoda berongga yang terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisa sehingga mengatasi kemungkinan stabil (Khopkar, 1990).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk melihat aplikasi metoda *co-precipitation* kepada sampel air sungai dapat disimpulkan :

1. Pada penentuan kondisi optimum pH *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan spektroskopi serapan atom nyala udara asetilen terjadi pada pH 6, volume optimum *coprecipitant* yang digunakan pada metoda *co-precipitation* ini adalah pada penambahan $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebanyak 11 mL.
2. Kandungan Tembaga yang diperoleh pada kondisi optimum yaitu pada hulu sungai 2.22 ppm, pada tengah sungai adalah 1.294 ppm dan pada muara sungai 1.2 ppm, dengan faktor pemekatan rata-rata 104 kali dibandingkan dengan pengukuran langsung tanpa *co-precipitation*. Baku Mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Kelas II masih dalam ambang batas yaitu 0.02 ppm.

B. Saran

Disarankan untuk peneliti berikutnya dalam pengembangan metoda *co-precipitation* untuk analisa kadar logam *trace* agar :

1. Memvariasikan konsentrasi pelarut $[\text{HNO}_3]$ dan volume HNO_3 .
2. Untuk melihat tingkat efesiensi metoda ini disarankan juga untuk dicobakan pada logam – logam *trace* lainnya dan membandingkan untuk setiap logam yang dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

- Akoto, O., Bruce, T. N., Darkol, G. 2008, *Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir*, African Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 2, No.11, pp. 354-359.
- Anshori, Al Jamaluddin. 2005. *Spektroskopi Serapan Atom*. Dari (<http://pustaka.unpad.ac.id>). Diakses 4 Desember 2011.
- BAPEDALDA. 2006. *Laporan Hasil Pengukuran dan Analisis Kualitas Air Sungai Batang Arau*. BAPEDALDA: Padang
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-press
- Hadi, Anwar. 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama
- V. Hudnik, S. Gomiscek and B. Gorenc, Anal. Chim. Acta, 98, 39 (1978).
- Khopkar, S. M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Lin, C., He, M., Zhou, Y., Guo, W., Yang, Z., 2008, *Distribution and contamination assessment of heav metals in sediment of the Second Songhua River, China*, Environ Monit Assess (Springer), Vol.137, pp. 329–342.
- Liu, L., Fasheng, L., Xiong, D., 2006, *Heavy metal contamination and their distribution in different size fractions of the surficial sediment of Haihe River, China*, Environ Geol, Vol 50, pp.431-438
- Palar, Heryanto. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Panjaitan, Grace Y .2009. *Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) pada Pohon Avicennia Marina di Hutan Mangrove*. Sumatera Utara: USU Repository.
- Papafilippaki, A. K., Kotti, M. E., Stavroulakis, G.G., 2007, *Seasonal Variations in Dissolved Heavy Metals in The Keritis River, Chania, Greece*, Proceedings of the 10th International Conference on Environmental Science and Technology.