

Efektifitas $\text{Al}(\text{OH})_3$ Sebagai Copresipitant Pada Penentuan Logam Kadmium Dalam Air Sungai Batang Arau Menggunakan Spektrometer Serapan Atom

Melida Selvita¹, Zul Afkar², Edi Nasra³

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Padang

¹chelvy90@yahoo.com, ²zulafkar@fmipa.unp.ac.id, ³hardi_rais@yahoo.com

Abstract - Telah dilakukan penelitian tentang efektifitas $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebagai *coprecipitant* pada penentuan kadar logam kadmium dalam air sungai Batang Arau menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Penelitian dilakukan dua tahap, pertama penentuan kondisi optimum dan kedua aplikasi kondisi optimum pada sampel air sungai. Kondisi optimum *coprecipitant* yang didapat setelah pengukuran dengan SSA yaitu pada pH 7 dan volume Al^{3+} 0,2 M 11 mL. Kandungan kadmium dalam sampel air sungai Batang Arau dengan kopresipitasi pada bagian hulu 0,3385 mg/L, tengah 0,34625 mg/L dan hilir 0,3575 mg/L, sedangkan tanpa kopresipitasi -0,039 mg/L, -0,028 mg/L, -0,049 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa *coprecipitant* $\text{Al}(\text{OH})_3$ dapat digunakan untuk mendeteksi *trace metal* dalam suatu sampel.

Keywords - *Coprecipitant*, Kadmium, Spektrofotometri Serapan Atom

I. PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber air yang pada umumnya digunakan oleh makhluk hidup. Buangan atau limbah dari industri maupun rumah tangga yang dialirkan langsung dapat memicu pencemaran sungai. Salah satu sungai yang tercemar di Kota Padang adalah sungai Batang Arau. Ayu, 2008 telah melakukan penelitian tentang Kualitas Air Muara Sungai Batang Arau (Muara Padang) Sumatera Barat. Hasil penelitiannya menunjukkan pada daerah pemukiman penduduk adanya indikasi pencemaran dimana kondisi kualitas air sungai Batang Arau sudah tidak memenuhi baku mutu untuk kehidupan biota di dalamnya, sedangkan daerah muara dan laut memiliki kualitas air yang masih baik dan mendukung kelangsungan hidup organisme di dalamnya.

Sungai Batang Arau tercemar karena sepanjang aliran sungai Batang Arau terdapat satu perusahaan galian C, dua pabrik karet, satu pabrik CPO, satu rumah sakit dan ratusan bengkel kecil. Apabila satu industri besar membuang limbah ke aliran sungai Batang Arau secara terus menerus maka limbah tersebut akan menumpuk dan menyebabkan aliran sungai ini tercemar.

Salah satu akibat pencemaran yang sangat membahayakan di lingkungan perairan (hydrosphere) adalah kehadiran logam berat. Logam-logam berat yang berbahaya yang sering mencemari sungai antara lain Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Chromium (Cr) dan Nikel (Ni) [1]. Logam-logam berat ini dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu mikroorganisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu yang lama sebagai racun. Urutan tingkat toksisitas logam berat tersebut berturut-turut adalah Hg, Cd, Pb, As, Cu dan Zn [2].

Logam kadmium merupakan logam yang lunak berwarna putih seperti putih perak. Logam ini digunakan secara intensif dalam proses elektroplating (pelapisan elektrik), pembuatan baterai, plastik dan galvanisasi karena Cd memiliki keistimewaan nonkorosif. Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh *Mueller et. al dalam Palar* (1994), disebutkan bahwa sumber Cd dalam badan perairan yang dikontribusi dari air limbah industri sangat sedikit, yaitu 0.6% dari total kandungan Cd yang ada. Sedangkan jumlah paling besar dikontribusi oleh limbah padat yaitu 82%.

Logam kadmium bersifat *biomagnifikasi*, yaitu dapat terakumulasi dan mengendap di jaringan tubuh dalam waktu lama sebagai racun terakumulasi [3]. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51/KMNLH/I/2004, besarnya konsentrasi logam berat kadmium di perairan yang masih dapat ditolerir yaitu 0,01 mg/L [4].

Analisis logam dalam air sungai umumnya dilakukan dengan metoda Spektrofotometri Serapan Atom atau lebih dikenal dengan SSA. Metoda ini merupakan suatu metoda analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom dalam keadaan bebas [5]. Akan tetapi, metoda SSA ini memiliki kelemahan dimana kurang akurat untuk mendeteksi suatu logam berat dalam jumlah yang relatif kecil (*trace metal*) yang terdapat dalam sampel. Karena logam Cd termasuk salah satu *trace metal* yaitu logam yang dalam keadaan alami berjumlah sangat sedikit sehingga perlu dilakukan metoda *pretreatment* sebelum diukur dengan SSA.

Berbagai metoda telah dikembangkan untuk memisahkan logam berat diantaranya dengan metoda pengendapan, biosorpsi dan prakonsentrasi. Salah satu metoda prakonsentrasi yang di gunakan yaitu kopresipitasi. Kopresipitasi merupakan salah satu *pretreatment* yang

digunakan untuk menganalisa kandungan logam dalam konsentrasi sangat kecil dengan cara mengendapkan logam secara bersama-sama selama terbentuknya endapan.

Berbagai macam *coprecipitant* dapat digunakan seperti Besi(III) Hidroksida oleh Susilo (2002), Besi(III) Tetrametilendithiokarbamat oleh Hudnik, dkk (1978) dan Besi(III) Pyrolidindithiokarbamat oleh Dabeka dan McKenzi (1986) dalam Kagaya, 2003.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian kopresipitasi logam Cd dengan menggunakan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sebagai *coprecipitant*, yang dipelajari disini pengaruh kecepatan pengadukan menggunakan shaker, waktu kontak menggunakan stopwatch dan penentuan pengaruh konsentrasi *coprecipitant* dengan memvariasikan konsentrasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kopresipitasi di pengaruhi oleh waktu pengadukan, waktu kontak dan konsentrasi logam $\text{Fe}^{[6]}$.

Pada penelitian ini digunakan Aluminium Hidroksida sebagai *coprecipitant* yang akan mengadsorpsi ion Cd^{2+} selama proses terbentuknya endapan. Aluminium Hidroksida merupakan endapan putih seperti gelatin dan bersifat amfoter yang jika dilarutkan dengan basa yang berlebihan menyebabkan hidroksida yang mengendap larut kembali.

II. METODA PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat dalam penelitian ini adalah: peralatan gelas, pipet tetes, pH universal, stirrer merk Pyro dan magnet stirrer, timbangan analit, *centrifuge*, labu ukur, labu semprot, kertas saring Whatman no.1 0,45 μm dan peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS varian AA240).

Bahan penelitian antara lain: $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 pekat, NaOH, aquadest dan sampel logam dari air sungai Batang Arau.

B. Prosedur Kerja Penelitian

1. Penentuan pH Optimum

- Ke dalam 7 buah erlenmeyer dimasukkan masing-masing 50 mL larutan Cd^{2+} 100 ppm dan 10 mL larutan Al^{3+} 0,2 M
- Masing-masing larutan ditambahkan NaOH 2 M hingga pH tiap larutan pH 6 ; pH 7 ; pH 8 ; pH 9 ; pH 10.
- Larutan dimasukkan kedalam tabung *centrifuge* dan *dicentrifuge* dengan kecepatan 1.000 rpm/10 menit.
- Pisahkan Filtrat dan Endapan.

Filtrat yang terbentuk dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan dengan HNO_3 0,15 M sampai tanda batas, sedangkan endapan yang terbentuk dilarutkan dengan HNO_3 14 M sebanyak 0,4 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan dengan HNO_3 0,15 M sampai tanda batas.

- Larutan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom dengan panjang gelombang 228,8 nm hingga didapat pH optimum.

2. Penentuan Kondisi Optimum Al^{3+}

- Ke dalam 7 buah erlenmeyer dimasukkan masing-masing 50 mL larutan Cd^{2+} 100 ppm dan larutan Al^{3+}

0,2 M dengan variasi volume 8 mL ; 9 mL ; 10 mL ; 11 mL ; 12 mL ; 13 mL dan 14 mL.

- Masing-masing larutan ditambahkan NaOH 2 M sampai pH optimum (pH 7).
- Larutan dimasukkan ke dalam tabung *centrifuge* dan *dicentrifuge* dengan kecepatan 1.000 rpm/10 menit.
- Pisahkan Filtrat dan Endapan.
Larutkan endapan dengan HNO_3 14 M sebanyak 0,4 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan dengan HNO_3 0,15 M sampai tanda batas.
- Larutan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom dengan panjang gelombang 228,8 nm hingga didapat volume optimum.

3. Preparasi Sampel

Sampel diperoleh dari daerah Lubuk Paraku Kor, Hilalang Padang Besi dan Jembatan Sebarang Padang. Sampel dibersihkan dengan cara disaring dengan kertas saring berpori 0,45 μm .

4. Penentuan Kandungan Cd^{2+} dalam Sampel

- Ke dalam 6 buah erlenmeyer dimasukkan masing-masing 50 mL sampel dan ditambahkan larutan Al^{3+} 0,2 M dengan volume optimum 11 mL.
- Masing-masing larutan ditambahkan NaOH 2 M sampai pH optimum (pH 7).
- Larutan dimasukkan ke dalam tabung *centrifuge* dan *dicentrifuge* dengan kecepatan 1.000 rpm/10 menit.
- Pisahkan Filtrat dan Endapan.
Larutkan endapan dengan HNO_3 14 M sebanyak 0,4 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan dengan HNO_3 0,15 M sampai tanda batas.

Larutan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom dengan panjang gelombang 228,8 nm hingga didapat kandungan logam Cd^{2+} .

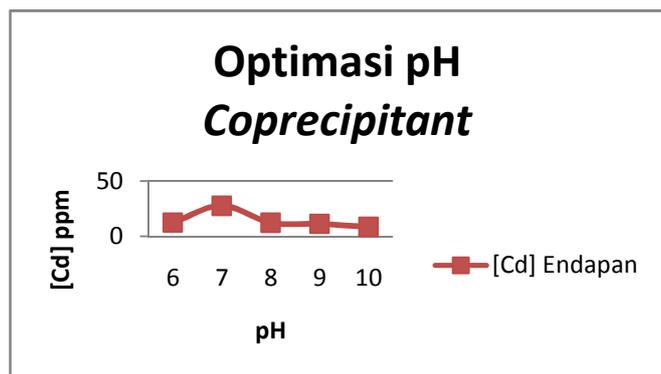
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Penentuan pH Optimum

Larutan aluminium (Al^{3+}) akan membentuk endapan putih ketika direaksikan dengan natrium hidroksida, seperti reaksi di bawah ini:



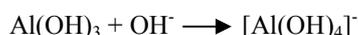
Dari hasil reaksi di atas, Aluminium Hidroksida yang terbentuk berfungsi sebagai *coprecipitant* sehingga dapat mengadsorpsi ion logam Cd^{2+} . Hasil pengukuran variasi pH dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Optimasi pH Coprecipitant

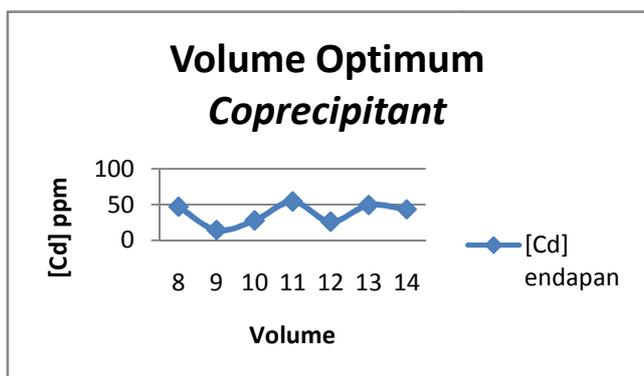
Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa absorpsi yang paling tinggi terjadi pada pH 7 dimana logam membentuk koloid dengan Al(OH)₃. Hal ini berarti kondisi optimum kopresipitasi terjadi pada pH 7 dimana ion logam Cd²⁺ dapat terkopresipitasi maksimal oleh Al(OH)₃. Jika pH di bawah 7, maka serapan Al(OH)₃ sebagai coprecipitant akan berkurang karena pada pH optimum coprecipitant ini dapat bekerja. Jika pH terlalu asam Al(OH)₃ yang berfungsi sebagai pemekat tidak akan terbentuk, karena endapan Al(OH)₃ hanya terbentuk pada suasana basa.

Pada pH 8, 9 dan 10 yang terdapat pada endapan dapat diamati penyerapan ion logam Cd²⁺ sudah mulai berkurang, ini berarti endapan mulai melarut, karena endapan Al(OH)₃ akan melarut dalam reagensia berlebihan (terlalu basa) dimana akan terbentuk ion-ion tetrahidroksoaluminat.



B. Penentuan Volume Optimum

Penentuan volume optimum bertujuan untuk mengetahui kondisi saat ion logam Cd²⁺ terkopresipitasi sempurna oleh Al(OH)₃. Data hasil pengukuran dengan spektrofotometer serapan atom setelah dihitung dengan faktor pemekatan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Volume Optimum Coprecipitant Al(OH)₃

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa konsentrasi logam Cd²⁺ paling tinggi pada penambahan Al³⁺ 0,2 M sebanyak 11

mL, ini berarti pada volume 11 mL logam Cd²⁺ banyak terserap oleh Al(OH)₃.

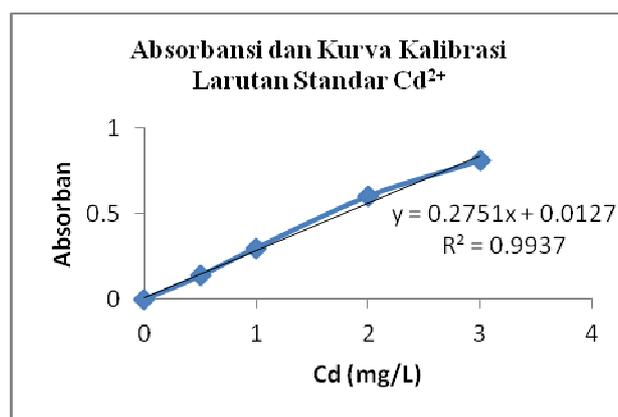
C. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi bertujuan untuk mengetahui kadar Cd²⁺ di dalam sampel yang akan dianalisa. Dari pengukuran larutan standar dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Pengukuran Absorban dari Larutan Standar Cd²⁺

[Cd ²⁺] ppm	Absorban
0,00	0,0004
0,50	0,1390
1,00	0,3008
2,00	0,6020
3,00	0,8095

Dari Tabel 1 diatas dapat diperoleh absorban dari sederetan larutan standar yaitu $y = 0,27511x + 0,01271$ dengan persamaan regresi $R^2 = 0,9937$. Persamaan regresi linier ini digunakan untuk menentukan kadar sampel dalam air yang dapat dilihat pada kurva di bawah ini:



Gambar 3. Kalibrasi Larutan Standar Cd²⁺

D. Penentuan Kadar Cd²⁺ dalam Sampel Air

Setelah didapatkan pH optimum dan volume optimum coprecipitant, metoda diaplikasikan ke sampel air sungai Batang Arau. Berikut disajikan data hasil pengukuran sampel dikopresipitasi dan sampel tanpa kopresipitasi dengan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 228,8 nm.

Tabel 2. Pengukuran konsentrasi logam Cd dengan kopresipitasi

Lokasi Sampel		Absorban				[Cd ²⁺] ppm	[Cd ²⁺] * ppm
		A1	A2	A3	Ā		
Hulu	1	0,2095	0,2104	0,2040	0,2080	0,710	0,355
	2	0,1891	0,1900	0,1902	0,1898	0,644	0,322
Tengah	1	0,2059	0,2089	0,2068	0,2072	0,707	0,3535
	2	0,2022	0,1950	0,2010	0,1994	0,678	0,339
Hilir	1	0,2094	0,2138	0,2077	0,2103	0,718	0,359
	2	0,2086	0,2064	0,2110	0,2087	0,712	0,356

REFERENSI

Tabel 3. Pengukuran konsentrasi logam Cd tanpa kopresipitasi

Lokasi Pengambilan Sampel	Absorban				[Cd ²⁺] ppm
	A1	A2	A3	\bar{A}	
Hulu	0,0043	-0,0011	0,0030	0,0021	-0,039
Tengah	0,0087	0,0038	0,0022	0,0049	-0,028
Hilir	0,0005	-0,0024	-0,0006	-0,0009	-0,049

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kandungan logam kadmium dalam sampel dengan perlakuan kopresipitasi dapat terbaca dengan instrument SSA. Pada pengukuran ini besar konsentrasi logam Cd²⁺ yang diperoleh adalah 0,644 ppm sampai 0,718 ppm, hasil pengukuran ini termasuk dalam linearitas pengukuran larutan standard Cd²⁺ yaitu antara 0,5 ppm sampai 1,00 ppm. Hal ini berarti bahwa metoda kopresipitasi dapat digunakan dalam menentukan kadar logam yang *trace* diperairan dengan menunjukkan rata-rata konsentrasi Cd²⁺ sebenarnya yaitu pada hulu 0,3385 mg/L, 0,34625 mg/L dan hilir 0,3575 mg/L, sedangkan tanpa kopresipitasi kandungan logam kadmium dalam sampel minus atau tidak terdeteksi, karena pada konsentrasi Cd²⁺ sebenarnya yang terukur pada konsentrasi $\pm 0,3$ mg/L tidak berada pada daerah linear pengukuran dari instrument SSA. Konsentrasi Cd²⁺ yang terbaca tanpa kopresipitasi yaitu pada hulu terbaca -0,039 mg/L, -0,028 mg/L, -0,049 mg/L.

Semakin ke hilir kandungan logam Cd di perairan semakin besar, hal ini terjadi karena semakin banyaknya terjadi pencemaran di daerah aliran sungai Batang Arau. Selanjutnya dengan adanya pengaruh arus akan berdampak pula pada proses pengendapan logam Cd²⁺ di perairan. Jumlah logam berat, dalam bentuk partikel yang diendapkan ke dasar perairan pada daerah yang mempunyai arus yang tenang jauh lebih banyak daripada di perairan yang arusnya besar^[7].

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Kondisi optimum kopresipitasi terjadi pada pH 7 dan volume *coprecipitant* 11 mL.
2. Penentuan kadar logam kadmium dalam sampel air Sungai Batang Arau setelah dikopresipitasi dapat terdeteksi di tiga titik yaitu rata-rata konsentrasi Cd²⁺ sebenarnya yaitu pada hulu 0,3385 mg/L, 0,34625 mg/L dan hilir 0,3575 mg/L, sedangkan tanpa kopresipitasi -0,039 mg/L, -0,028 mg/L, -0,049 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa *coprecipitant* Al(OH)₃ dapat digunakan untuk mendeteksi *trace metal* dalam suatu sampel air.

- [1] Supriyanto, Samin dan Kamal, Zainul. 2007. Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu dan Cd Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Yogyakarta: SDM Teknologi Nuklir
- [2] Hartati, Tuti Siregar dan Jovita Tri Murtini. 2008. *Kandungan Logam Berat Pada Beberapa Lokasi Perairan Indonesia Pada Tahun 2001 sampai dengan 2005*. *Squalen* Vol.3
- [3] Murtini, Rum Hastuti dan Gunawan. 2003. *Efek Destruksi Terhadap Penentuan Kadar Cu(II) Dalam Air Sumur, Air Laut Dan Air Limbah Pelapisan Krom Menggunakan AAS*. Semarang: Universitas Diponegoro
- [4] KMNLIH. 2004. *Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- [5] Skoog. D. A., Donald M. West, F. James Holler, Stanley R. Crouch, 2000. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Hardcover. 992 pages, Publisher. Brooks Cole
- [6] Susilo, Joko. 2002. *Kopresipitasi Ion Logam Cd(II) oleh Besi(III) – Hidroksida*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [7] Hutagalung HP. 1994. *Kandungan logam berat dalam sedimen di kolam pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta*. Prosiding makalah penunjang seminar pemantauan pencemaran laut. Jakarta: P3O-LIPI.