

PENENTUAN KADAR TIMBAL (II) PADA AIR SUNGAI KAPUAS SECARA SPEKTROFOTOMETRI ULTRA VIOLET-VISIBLE

Rocky Aldinomera*, Lia Destiarti¹, Puji Ardiningsih¹

¹Progam Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi,

*email: rockyaldinomera@gmail.com

ABSTRAK

Timbal merupakan salah satu logam yang sangat berbahaya yang mungkin terdapat dalam badan perairan, salah satunya di Sungai Kapuas. Oleh karena sifat timbal yang berbahaya bagi manusia maka perlu dilakukan penentuan kadar timbal dengan menggunakan metode analisis yang tepat sehingga diperoleh hasil yang tepat pula. Menurut SNI 6989-8-2009, penentuan kadar timbal dilakukan dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Meskipun metode ini sudah tervalidasi, namun ketersediaan Spektrofotometer Serapan Atom masih terbatas. Dengan demikian, diperlukan metode alternatif lain untuk pengukuran logam timbal selain Spektrofotometri Serapan Atom. Metode alternatif lain yang dapat digunakan untuk menentukan kadar timbal adalah spektrofotometri UV-Vis. Penelitian ini dilakukan untuk memvalidasi metode penentuan Pb dengan spektrofotometri UV-Vis. Validasi metode pengujian timbal dengan spektrofotometri UV-Vis mempunyai linearitas yang baik dengan koefisien korelasi sebesar 0,9962, akurasi sebesar 0,15%-26,1%, presisi sebesar 3,03%-18,33%, limit deteksi dan limit kuantifikasi berturut-turut sebesar 0,46 ppm dan 1,54 ppm. Berdasarkan hasil uji parameter validasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode pengujian kadar timbal secara spektrofotometri UV-Vis memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Kata kunci : *timbal, validasi metode analisis, spektrofotometri UV-Vis*

PENDAHULUAN

Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan pada makhluk hidup serta tidak dapat terurai oleh proses alam (Deri, dkk., 2013). Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan, makanan, dan air yang terkontaminasi oleh logam timbal, serta absorpsi melalui kulit (Supriharyono, 2000). Secara alamiah timbal dapat berada dalam badan perairan dengan kadar 0,002–0,010 ppm. Timbal ini diperoleh dari aktivitas manusia dan berasal dari pembakaran bahan bakar motor serta emisi mobil (Mahmoud, *et al.*, 2010). Kadar maksimum timbal pada perairan yang dibatasi oleh *World Health Organization* (WHO) adalah kurang dari 0,01 ppm (Ensafi and Shiraz, 2008). Salah satu perairan yang mengandung logam timbal ialah perairan sungai kapuas.

Sungai Kapuas merupakan sungai di Kalimantan Barat yang airnya digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci dan jalur transportasi antar daerah. Peran Sungai Kapuas sebagai jalur transportasi yang menghubungkan berbagai daerah di Kalimantan Barat dapat menyebabkan pencemaran timbal pada air sungai. Sumber timbal tersebut dapat berasal dari pembakaran bahan bakar kapal

motor yang banyak digunakan sebagai sarana transportasi masyarakat (Deri, dkk., 2013). Oleh karena sifat timbal yang berbahaya bagi

manusia maka perlu untuk dilakukan pengukuran kadar timbal yang terdapat pada perairan Sungai Kapuas. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kadar timbal menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Spektrofotometri serapan atom digunakan untuk penentuan konsentrasi suatu unsur logam yang terkandung dalam larutan dengan konsentrasi sangat kecil. Metode SSA digunakan karena ketelitian yang cukup tinggi, cepat dan relatif mudah (Gandjar dan Rohman, 2009). Meskipun metode ini telah tervalidasi, namun ketersediaan instrumennya masih terbatas. Metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur kadar timbal adalah dengan menggunakan spektrofotometri *Ultra Violet-Visible* (UV-Vis). Pengukuran kadar timbal dengan spektrofotometri UV-Vis dilakukan dengan menggunakan reagen pengompleks Alizarin Red S (ARS) sehingga dihasilkan senyawa kompleks timbal yang dapat mengabsorpsi radiasi pada panjang gelombang

UV-Vis (Alsamarrai, 2011; Rajni and Usha, 2012).

Pada penelitian ini akan dilakukan penentuan pH optimum reaksi Pb(II) dengan ARS, validasi metode spektrofotometri UV-Vis untuk pengukuran logam timbal dan penentuan kadar timbal (II) pada air Sungai Kapuas. Proses validasi dilakukan dengan mengukur beberapa parameter yaitu presisi, akurasi, linearitas, limit deteksi dan kuantifikasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan metode spektrofotometri UV-Vis dalam pengukuran kadar logam timbal pada sampel air Sungai Kapuas.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah peralatan gelas standar, botol sampel, corong plastik, kertas saring, labu semprot, mikropipet, neraca analitik dengan ketelitian 0,0001 g, dan Spektrofotometer UV-Vis Genesys 6 .

Bahan-bahan yang digunakan adalah akuades, Alizarin RED S ($C_{14}H_8O_4$), asam borat (H_3BO_3), asam nitrat (HNO_3), asam sitrat, natrium karbonat ($NaHCO_3$), natrium hidrogen posfat (Na_2HPO_4), natrium tetra borat ($Na_2B_7O_{14}$), gas asetilen (C_2H_2), natrium hidroksida ($NaOH$), timbal nitrat $Pb(NO_3)_2$, indikator pH universal dan Sampel air Sungai Kapuas.

Pengambilan Sampel Air Sungai Kapuas

Sampel berasal dari air sungai kapuas yang diambil di beberapa titik menggunakan teknik sampling cairan. Titik pengambilan sampel pada badan air yang harus representatif (hulu, tengah dan hilir) dengan kedalaman 4 meter. Cara yang dilakukan ialah dengan menyelam pada kedalaman 4 meter dan botol dibenamkan pada kedalaman yang akan diperiksa. Pengambilan pertama digunakan untuk membersihkan botol sampling untuk kemudian dibuang kembali lalu diulang untuk beberapa kali. Pengambilan kedua merupakan sampel air yang akan diperiksa diisikan kedalam botol sampel untuk kemudian ditutup.

Penentuan pH Optimum (Alsamarrai, 2011)

Larutan standar Pb(II) dengan konsentrasi 2 ppm divariasikan pada pH 4-12 menggunakan NaOH 0,1 M, lalu ditambahkan 1 mL ARS 0,01 M pada masing-masing larutan dan 1 mL larutan buffer yang sesuai dengan pH. Larutan standar yang telah dicampur dengan ARS dibiarkan selama ± 30 menit, lalu dilakukan pengukuran

menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm.

Penentuan Kadar Timbal + Alizarin Red S menggunakan Spektrofotometri UV-Vis (Alsamarrai, 2011)

Sejumlah volume tertentu larutan standar Pb(II) 10 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Masing-masing larutan dengan konsentrasi tersebut diambil sebanyak 10 mL dan ditambahkan ARS sebanyak 1 mL serta NaOH sebanyak 0,13 mL. Lalu ditambahkan buffer sesuai dengan pH optimum yang diperoleh. Selanjutnya dilakukan penentuan absorbansi dari larutan standar menggunakan panjang gelombang maksimum, masing-masing pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali. Pengukuran yang diperoleh dari larutan standar tersebut kemudian dibuat kurva kalibrasi.

Validasi Metode Spektrofotometri UV-Vis Uji Presisi (Sukorini dkk, 2010)

Uji presisi dilakukan dengan menggunakan konsentrasi dari larutan standar timbal. Absorbansi dari standar tersebut digunakan untuk mencari standar deviasinya. Uji presisi ditentukan dengan menghitung nilai koefisien variasi (KV).

$$KV \% = \frac{SD}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

SD = standar deviasi

KV = koefisien variasi

x = kadar analit

Uji Akurasi (Sukorini dkk, 2010)

Uji akurasi dapat dinilai dari hasil pemeriksaan bahan kontrol dan dihitung sebagai nilai biasanya (d%). Keakuratan metode dapat diperoleh .

$$Akurasi d(\%) = \left| \frac{\mu - x}{\mu} \right| \times 100$$

Keterangan :

x = konsentrasi standar

μ = konsentrasi standar yang terukur

Uji Linearitas

Preparasi deret kalibrasi dibuat menggunakan blanko matriks yang didalamnya ditambahkan secara kuantitatif analit standar yang telah diketahui konsentrasinya. Konsentrasi deret kalibrasi yang dibuat meliputi lima konsentrasi yang melingkupi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Analisis dilakukan pada masing-masing

preparat menggunakan metode yang akan divalidasi dengan jumlah pengulangan sebanyak 3 kali. Korelasi antara respon analitik rerata yang didapat dengan konsentrasi teoritis analit dalam preparat dapat dihitung.

Limit Deteksi dan Limit Kuantifikasi

Penentuan limit deteksi (LD) dan limit kuantifikasi (LK) dapat dilakukan dengan menghitung kadar yang didapat dari respons blanko matriks tersebut dari deret standar. Selanjutnya dihitung rerata dan standar deviasi dari kadar-kadar tersebut.

Limit Deteksi $y = y_b + 3 sb$
 Limit Kuantifikasi $y = y_b + 10 sb$

Keterangan :

- LD = Limit deteksi
- LK = Limit Kuantifikasi
- sb = Simpangan Baku
- y_b = intersep (a)

Pengukuran Kadar Pb (II) Sampel Air Sungai Kapuas Secara Spektrofotometer UV-Vis (Alsamarrai, 2011)

Analisa sampel air Sungai Kapuas menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 10 mL masing-masing sampel yang ditambahkan 1 mL reagen ARS, ditambahkan NaOH sebanyak 0,13 mL dan 1 mL buffer. Larutan didiamkan selama 30 menit dan diukur absorbansi pada panjang gelombang 563 nm. Masing-masing sampel diukur sebanyak 3 kali.

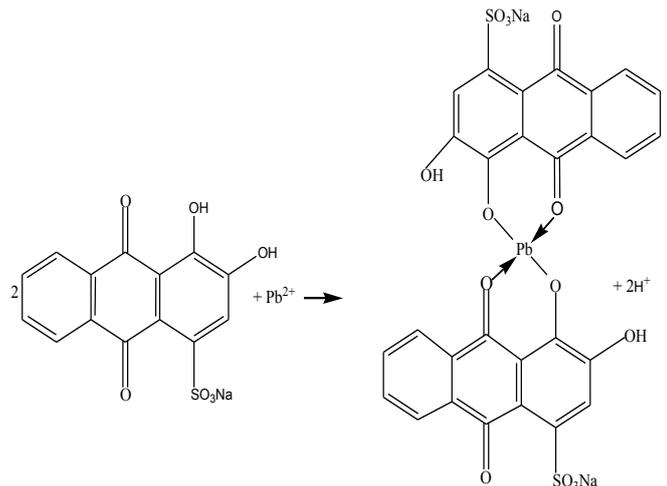
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan pH Optimum

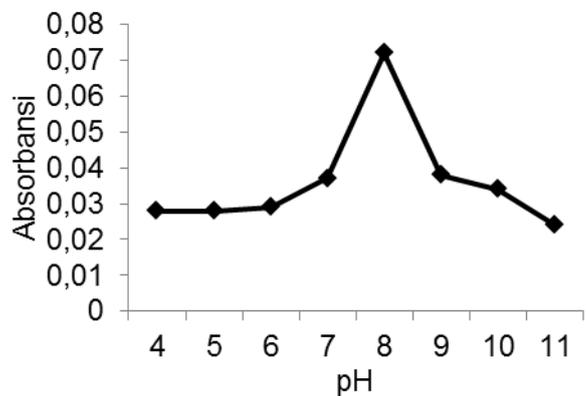
Penentuan pH optimum ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan pH yang paling stabil untuk terbentuknya kompleks Pb(II) dan ARS. Alizarin Red S digunakan sebagai reagen untuk penentuan dari sejumlah logam (Sharda, *et al.*, 2010; Rajni and Usha, 2012). Sharda, *et al.* (2010) menyatakan bahwa ARS digunakan untuk mengikat ion logam dibawah kondisi yang tepat dan struktur ARS bisa membentuk cincin kompleks dengan ion logam. Reaksi pembentukan kompleks Pb-ARS ditunjukkan pada Gambar 1.

Senyawa kompleks Pb-ARS ini dibuat dengan mereaksikan larutan Pb²⁺ dengan larutan ARS pada pH 4-12. Nilai penyerapan maksimum tergantung dari pH yang digunakan (Sharda, *et al.*, 2010). Masing-masing larutan dengan pH yang berbeda diukur pada rentang panjang gelombang 400-800 nm. Pada masing-masing pH diperoleh panjang gelombang maksimum yang berbeda. Nilai pH optimum dan

panjang gelombang maksimum yang diperoleh disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Reaksi Pb(II) dan Alizarin RED S (Sumber: Alsamarrai, 2011)



Gambar 2. Grafik pH optimum

Grafik di atas menyatakan bahwa pH optimum yang diperoleh ialah pH 8 dengan absorbansi sebesar 0,072 dan panjang gelombang maksimum yang diperoleh ialah pada 563 nm. Pada pH 8 ini terbentuk kompleks stabil antara Pb dengan ARS, dimana kompleks yang stabil dikarenakan terjadinya asosiasi ion dalam jumlah banyak sehingga dapat menyebabkan tereksitasinya logam dengan sempurna (Alfian, 2007). Panjang gelombang maksimum yang diperoleh pada pH tersebut digunakan untuk mendapatkan hasil analisa yang peka dan teliti.

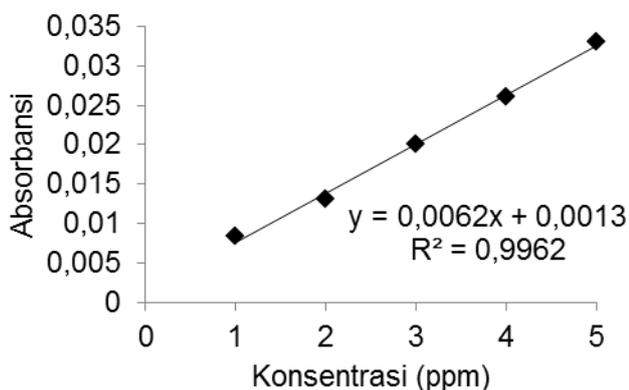
Pembuatan Kurva Kalibrasi menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan standar Pb. Konsentrasi yang digunakan ialah 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm, dimana masing-masing larutan standar ditambahkan reagen

pengompleks ARS sebanyak 1 mL. Pada pembentukan kompleks dengan ARS terbentuk larutan kompleks berwarna kuning. Hal ini dikarenakan ARS berubah warna tergantung pada pH larutan dan memberikan warna kelat dengan ion logam dalam larutan (Sharda, *et al.*, 2010; Anonim, 2013).

Selanjutnya ditambahkan NaOH 0,1 M sebanyak 0,13 mL menggunakan mikropipet untuk mengkondisikan pH menjadi 8. Penambahan NaOH 0,1 M menyebabkan warna larutan berubah menjadi ungu. Warna ungu ini merupakan warna komplementer (warna yang terlihat) sehingga diukur pada panjang gelombang 563 nm. Setelah diperoleh pH tertentu dilanjutkan dengan menambahkan 1 mL buffer sesuai pH yang diperoleh. Buffer ditambahkan agar kondisi pH tetap stabil. Larutan tersebut kemudian dibiarkan selama 30 menit agar terjadinya kestabilan kompleks Pb-ARS.

Menurut Alsamarrai (2011), setelah larutan dicampurkan dengan reaktan maka kompleks akan terlihat secara langsung dan intensitas warna akan meningkat hingga waktu 30 menit dan akan konstan sampai 90 menit. Oleh karena itu, waktu 30 menit merupakan waktu optimum terjadinya kompleks yang stabil. Pengukuran dilakukan dengan membuat larutan uji dari awal prosedur sehingga dapat memvalidasi metode analisis yang digunakan. Kurva kalibrasi larutan standar Pb yang diperoleh disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Standar Pb

Validasi Metode Penentuan Pb(II) dengan Spektrofotometri UV-Vis

Suatu metode analisis harus divalidasi agar dapat mengevaluasi kerja suatu metode analisis, menjamin prosedur analisis, menjamin keakuratan dan keterulangan hasil analisis (Wulandari, 2007). Validasi metode analisis spektrofotometer UV-Vis berdasarkan parameter-parameter uji yaitu akurasi, presisi, linearitas, limit deteksi dan kuantisasi. Nilai parameter tersebut diperoleh dari hasil

pengukuran larutan standar Pb-ARS dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Validasi metode spektrofotometri UV-Vis seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Analisis Metode Penentuan Pb(II) dengan Spektrofotometri UV-Vis

Parameter	Nilai
Akurasi	0,15%-26,1%
Presisi	3,03%-18,33%
Linearitas	1-5 ppm
Limit Deteksi	0,46 ppm
Limit Kuantisasi	1,54 ppm
Persamaan Regresi	$y = 0,0062x + 0,0013$
Koefisien Korelasi	0,9962

Metode analisis spektrofotometri UV-Vis menggunakan variasi konsentrasi memperoleh akurasi sebesar 0,15%-26,1%. Hasil pengukuran menunjukkan nilai akurasi pada konsentrasi 2, 3, 4 dan 5 ppm memenuhi kriteria batas penerimaan yaitu $\pm 20\%$, hanya pada konsentrasi 1 ppm nilai akurasi melebihi dari kriteria batas penerimaan. Hal ini diindikasikan adanya galat sistematis yang mempengaruhi tingkat akurasi pengukuran pada konsentrasi 1 ppm. Nilai akurasi dapat diperoleh dengan mencari nilai biasnya ($e\%$). Semakin kecil bias, semakin tinggi akurasi pemeriksaan (Sukorini, dkk., 2010). Menurut Purwanto, dkk., (2007) hasil uji yang absah adalah hasil uji dengan akurasi dan presisi yang baik.

Nilai presisi pengukuran sampel pada metode analisis dilihat dari koefisien variasi yang diperoleh yaitu sebesar 3,03%-18,33%, dimana nilai presisi pada konsentrasi 2,3,4 dan 5 memenuhi kriteria batas penerimaan KV Horwitz yaitu $\leq 16\%$. Nilai presisi pada konsentrasi 1 ppm saja yang melebihi dari kriteria yang ditetapkan dengan batas penerimaan. Semakin kecil nilai KV (%) semakin teliti metode tersebut dan sebaliknya (Sukorini dkk, 2010).

Linearitas suatu metode analisis diperoleh dengan membuat lima konsentrasi yang berbeda dari standar timbal sehingga dapat menggambarkan hubungan antara konsentrasi terhadap absorbansinya. Meningkatnya konsentrasi larutan standar akan menghasilkan absorbansi yang semakin besar pula (Diana, 2012).

Variasi konsentrasi yang digunakan ialah 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm, dimana masing-masing konsentrasi dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali. Pengukuran yang dilakukan memperoleh regresi linear kurva yaitu $y = 0,0062x + 0,0013$ dengan nilai r sebesar 0,9962. Metode analisis tersebut memenuhi syarat linearitas yang diterima karena lebih besar dari 0,9950 (AOAC,

2002). Hal ini menunjukkan bahwa metode tersebut menghasilkan kelinearan yang baik.

Limit deteksi (LD) yang diperoleh dari metode ini ialah sebesar 0,463 ppm, nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi terendah yang dapat dideteksi dengan metode ini. Jika nilai konsentrasi analit berada di atas limit deteksi suatu metode maka keberadaan analit dapat terdeteksi. Limit kuantifikasi (LK) yang diperoleh sebesar 1,54 ppm. Nilai tersebut menjelaskan bahwa konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat diukur secara tepat dan teliti.

Penentuan Kadar Pb dalam Air Sungai Kapuas menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Pengukuran konsentrasi Pb pada air Sungai Kapuas dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis menghasilkan nilai konsentrasi yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Pb pada air Sungai Kapuas dengan spektrofotometer UV-Vis

Sampel	C _{sampel} Analisis ke-			C (ppm) Rata-rata
	1	2	3	
1	2,42	2,27	1,81	2,16
2	4,84	4,68	4,84	4,79
3	4,23	4,23	4,23	4,23
4	3,93	3,93	3,93	3,93
5	4,23	3,93	4,23	4,13
6	3,32	3,47	3,78	3,53
7	4,23	4,23	4,38	4,28
8	3,78	3,78	3,78	3,78
9	3,47	3,47	3,47	3,47

Data di atas menunjukkan bahwa hasil pengukuran kadar Pb pada beberapa titik sampling air Sungai Kapuas mengandung konsentrasi sebesar 2,16-4,79 ppm. Meskipun demikian, data ini masih perlu dibandingkan dengan metode yang sudah tervalidasi atau penggunaan bahan acuan.

Salah satu indikasi yang mempengaruhi pengukuran konsentrasi Pb ialah dengan adanya proses pengompleksan sehingga kondisi analit akan tergantung terhadap kestabilan kompleks. Analit yang dianalisis dalam air sungai diindikasikan terikat kuat oleh matrik-matrik lain yang terdapat pada sampel. Ikatan yang diperkirakan terbentuk ialah ikatan kompleks koordinasi, pembentukan senyawa khelat (Chen *et al.*, 2001). Ikatan timbal dengan senyawa lainnya akan berpengaruh dalam proses penetapan analit.

Berdasarkan hasil validasi metode analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa metode spektrofotometri UV-Vis memenuhi kriteria batas

penerimaan. Namun, pada pengaplikasiannya pada sampel air sungai kapuas kemampuan metode ini masih perlu dilakukan perbandingan dengan metode yang sudah tervalidasi (SSA).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai pH optimum yang diperoleh pada pengukuran Pb dengan spektrofotometri UV-Vis adalah pada pH 8.
2. Validasi metode analisis untuk pengukuran Pb dengan parameter akurasi sebesar 0,15%-26,1%, presisi sebesar 3,03%-18,33%, linieritas dengan nilai $r = 0,9962$, limit deteksi sebesar 0,46 ppm dan limit kuantifikasi 1,54 ppm.
3. Kadar logam Pb dalam air Sungai Kapuas dengan spektrofotometri UV-Vis yaitu berkisar 2,16 ppm-4,79 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, 2007, Pengaruh pH dan Penambahan Asam terhadap Penentuan Kadar Unsur Krom dengan menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *J.Sains Kimia*, Vol. 11 (1): 37-41.
- Alsamarrai, K.F., 2011, Spectrophotometric Assay of Lead in Human Hair Samples by Using Alizarin RED (S) in Samarra Area, *Samarra. J. of University of Anbar for Pure Science*, Vol 5 (3).
- Anonim, 2013, Alizarin, URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Alizarin>. the free encyclopedia. html. diakses tanggal 6 Oktober 2013.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC)., 2002, International Methods Committee Guidelines for Validation of Qualitative and Quantitative Food Microbiological Official Methods of Analysis.
- Chen, Y., Magen, H and Clapp, C.E., 2001, *Plant Growth Stimulation by Humic Substance and Their Complexes with Iron*, Paper Presented to the International Fertilizer Society, Lisbon.
- Deri., Emiyarti dan Afu L.O.A., 2013, Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Teluk Kendari. *J.Mina Laut Indonesia*, Vol.1(1): 38-48.
- Diana, 2012, Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Makanan Kaleng menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *J. Alchemy*, Vol. 2 (1): 12-25

- Ensafi, A.A and Shiraz, A.Z., 2008. On-line Separation and Preconcentration of Lead (II) by Solid Phase Extraction using Activated Carbon Loaded with Xylanol Orange and Its Determination by Flame Atomic Absorption Spectrofotometry. *J.Hazard Mater*, 150 : 554–559.
- Gandjar, I.G dan Rohman, A., 2009, *Kimia Farmasi Analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Mahmoud, M.E., Osman, M.M., Hafez, O.F., Hegazi, A.H and Elmelegy, E., 2010, Removal and Preconcentration of Lead (II) and Other Heavy Metals from Water by Alumina Adsorbents Developed by Surface adsorbed -Dithizone. *J.Desalination*, 251: 123–130.
- Purwanto, A., Supriyanto,C., Samin, P., 2007, Validasi Pengujian Cr, Cu dan Pb dengan Metode Spektrometri Serapan Atom, Pustek Akselerator dan Proses Bahan, BATAN, Yogyakarta. Prosiding PPI – PDIPTN.
- Rajni, R and Usha,G., 2012, Mean Centering of Ratio Spectra as A New Spectrophotometric Method for the Analysis of Binary Mixtures of Vanadium and Lead in Water Samples and Alloys. *J.Chem.Sci*, Vol. 2 (9): 22-29.
- Sharda, S.S., Laljee, Y., Preyas A., and Mahesh, C.C., 2010, Simultaneous Determination of Stability Constant and Molar Absorptivity Coefficient of the Charge-Transfer Complexes of Metal–Alizarin Red S. *J.Der Pharma Chemica*, Vol. 2 (3): 114-121.
- Sukorini, U., Nugroho, D.K., Rizki, M dan Hendrawan, P.J.B, 2010, *Pemantapan Mutu Internal Laboratorium Klinik, Kanamedika dan Alfamedia*, Yogyakarta.
- Supriharyono, M.S., 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*, Gramedia, Jakarta.
- Wulandari, N., 2007, Validasi Metode Spektrofotometri Derivatif Ultraviolet untuk Penentuan Reserpin dalam Tablet Obat, Departemen Kimia FMIPA IPB, Bogor. (Skripsi).