

VALIDASI METODE ANALISIS LOGAM TIMBAL (Pb) DALAM RUMPUT LAUT MENGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

Lilis Tuslinah, Penti Winarti, Diana Sri Zustaka
Program Studi Farmasi STIKes Bakti Tunas Husada, Tasikmalaya
Email: lilistuslinah@universitas-bth.ac.id

ABSTRAK

Pb dapat mencemari lingkungan perairan, udara maupun tanah dan cemaran tersebut pada akhirnya berujung di lingkungan perairan sehingga dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme air. Tujuan penelitian ini adalah menentukan beberapa parameter validasi metode analisis Pb dari rumput laut menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. Isolasi Pb dari sampel rumput laut menggunakan metode destruksi kering. Hasil destruksi yang terdiri dari garam-garam mineral dilarutkan dengan HNO₃ 0,1 M. Penambahan KCN 10% dalam suasana basa dilakukan untuk menpeng ion logam selain Pb yang terdapat dalam sampel. Ion Pb²⁺ direaksikan dengan larutan ditizon 0,001% dalam kloroform. Kompleks Pb-ditizon diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 520,0 nm. Nilai parameter validasi meliputi persamaan regresi linier $y = 0,098x + 0,083$ dengan nilai $r = 0,9979$; $V_{x0} = 5,1\%$; batas deteksi (BD) 0,459 ppm; batas kuantisasi (BK) 1,53 ppm. Akurasi yang diperoleh pada konsentrasi 2 ppm (80%), 2,5 ppm (100%), dan 3 ppm (120%) berturut-turut 107,6531%, 90,1088% dan 102,4376%. Presisi dari hasil pengukuran pada konsentrasi 1 ppm sampai 6 ppm tidak melebihi 15%. Hasil analisis sampel rumput laut tanpa kemasan dan agar rumput laut diperoleh kadar berturut-turut sebesar 1,017 ppm dan 1,02 ppm.

Kata Kunci: Pengembangan Metode, Validasi Metode, Timbal (Pb), Rumput Laut, Ditizon, Spektrofotometri UV-Vis.

Diterima: September 2021

Direview: Januari 2022

Diterbitkan: 28 Februari 2022

PENDAHULUAN

Timbal (Pb) selain secara alami terdapat di dalam kerak bumi, juga dapat berasal dari kegiatan manusia (Widowati, 2008). Pb dapat mencemari lingkungan perairan, udara maupun tanah, namun cemaran tersebut pada akhirnya berujung di air sehingga lingkungan perairan menjadi perhatian tertinggi. Keberadaan Pb di perairan telah lama diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme air (Withgott dalam Dewi *et al.*, 2010). Toksisitas Pb terhadap manusia, diantaranya dapat berasal dari tindakan mengonsumsi makanan dan minuman (Widowati, 2008).

Rumput laut merupakan salah satu organisme air yang memiliki banyak manfaat. Selain dapat digunakan sebagai bahan makanan, minuman dan obat-obatan, beberapa hasil olahan rumput laut seperti agar-agar, alginat dan karagenan merupakan senyawa yang cukup penting dalam industri (Diharmi, 2011). Rumput laut dapat menyerap Pb yang masuk ke perairan dan di akumulasi di dalam *thallus*. Logam berat yang di akumulasi di dalam tubuh organisme jika melebihi batas toleransi dapat merusak sistem metabolisme (Oktavia, 2010).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6236-2000, pada manisan rumput laut dalam kemasan diketahui maksimal cemaran logam Pb sebesar 2,0 mg/kg.

Pengembangan metode analisis dapat dilakukan diantaranya apabila metode yang telah ada tidak memberikan sensitifitas pada sampel (Ganjar, IG dan Abdul R, 2007). Pemeriksaan kadar Pb menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dilakukan dengan mereaksikan Pb dengan Ditizon membentuk kompleks Pb-ditizonat dan memberikan perubahan warna dari hijau keabu-abuan menjadi merah muda (Hardani, 2013).

Berdasarkan uraian tersebut akan dilakukan penelitian dengan judul "Pengembangan Metode Analisis Kadar Timbal (Pb) dalam Rumput Laut Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis".

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: neraca analitik (Mettler Toledo), hot plate, tanur listrik, desikator, krus porselen, kertas whatman nomor 41, pipet volume, pH meter, spektrofotometer UV-Visible (Genesys 10S UV-

Vis) dan alat-alat gelas yang lazim digunakan di laboratorium kimia.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah bahan yang memiliki tingkat kemurnian tinggi (pro analisis), meliputi: $Pb(NO_3)_2$ pa (E. Merck), Na_2EDTA (E. Merck), *Eriochrom Black T* pa (E. Merck), $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pa (E. Merck), jingga xilenol pa (E. Merck), heksamina, ditizon, HNO_3 pa (E. Merck), NH_4OH , NH_4Cl , KCN, HCl pa (E. Merck), $CHCl_3$, dan Aqua d.m (demineralisasi).

Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut dan agar rumput laut yang berasal dari pasar Cikurubuk, Tasikmalaya.

Pembakuan Na_2EDTA

Ditimbang 100,5 mg $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, pindahkan secara kuantitatif ke dalam Erlenmeyer 250 mL, larutkan dengan 50 mL aqua d.m. Tambahkan buffer salmiak (pH 10) dan 3 tetes indikator EBT (*Eriochrom Black T*), kemudian dititrasi dengan larutan Na_2EDTA sampai warna larutan berubah dari warna ungu menjadi biru.

Penentuan Kadar Larutan $Pb(NO_3)_2$

Dilarutkan 1,6501 g $Pb(NO_3)_2$ dengan aqua d.m hingga 100 mL. Pipet 10 mL larutan, tambahkan indikator jingga xilenol dan buffer heksamina hingga pH 6, terjadi warna merah muda ungu. Titrasi dengan larutan baku Na_2EDTA hingga terjadi titik akhir warna kuning muda.

Optimasi Ekstraksi Larutan Pb

Dari larutan $Pb(NO_3)_2$ 100 ppm dipipet sebanyak 5 mL masukkan ke dalam labu ukur 50 mL tambahkan aqua d.m sampai tanda batas (diperoleh larutan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 10 ppm). Pada larutan $Pb(NO_3)_2$ 10 ppm, ditambahkan NH_4OH sampai pH optimum dan 5 mL KCN 10%. Dilakukan beberapa kali ekstraksi dengan larutan ditizon 0,001% sampai sempurna. Ekstraksi dikatakan sempurna ditandai dengan warna lapisan kloroform sudah tidak merah.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan standar $Pb(NO_3)_2$ 10 ppm, yang telah diekstraksi dengan larutan ditizon dalam kloroform, kemudian diukur panjang gelombang maksimum kompleks Pb-ditizon dengan Spektrofotometer UV-Vis pada rentang 400-800 nm.

Penentuan Stabilitas Kompleks

Larutan standar $Pb(NO_3)_2$ 10 ppm, yang telah diekstraksi dengan larutan ditizon pada pH optimum, kemudian diukur absorbansinya dalam selang waktu 5 menit.

Penentuan Kurva Kalibrasi

Ditimbang 5g sampel, kemudian di *spiked* dengan larutan $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 2,5 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan 6 ppm. Sampel *spiked* dipindahkan ke dalam krus porselen untuk didestruksi. Pada tahap pertama, sampel *spiked* dikeringkan di atas hot plate sambil ditambahkan sedikit demi sedikit HNO_3 pekat, kemudian suhu dinaikkan mencapai $80^\circ C - 100^\circ C$ sampai terbentuk arang (A. Bragg S dan Zi-Ling Xue, 2011). Tahap kedua, sampel *spiked* diabukan dalam tanur, suhu tanur diatur menjadi $250^\circ C$, lalu perlahan-lahan suhunya dinaikkan menjadi $350^\circ C$ dengan setiap kenaikan $50^\circ C$. Suhu dinaikkan menjadi $500^\circ C$ dengan setiap kenaikan $75^\circ C$ setelah itu sampel *spiked* dibiarkan sampai menjadi abu. Tanur dimatikan, dibiarkan menjadi dingin selama 30 menit, krus porselen dikeluarkan dari dalam tanur dan dibiarkan menjadi dingin dalam desikator (Lubis, H dan Aman C, 2008).

Abu hasil destruksi dilarutkan dalam 5 mL HCl 6M kemudian dikeringkan di atas hot plate. Hasil pengeringan dilarutkan dengan 10 mL HNO_3 0,1 M, kemudian disaring dengan kertas whatman nomor 41 ke dalam labu ukur 25 mL, ditepatkan sampai tanda batas dengan HNO_3 0,1 M (AOAC, 2005). Larutan dipipet, tambahkan NH_4OH dan 5 mL KCN 10% kemudian diekstraksi dengan larutan ditizon 0,001%. Hasil ekstraksi ditampung dalam labu ukur 50 mL dan ditepatkan sampai tanda batas dengan kloroform. Ukur absorbansi pada panjang gelombang 520,0 nm.

Penentuan Linearitas, Batas Deteksi dan Batas Kuantisasi

Penentuan linearitas dilakukan dari konsentrasi *spiked* Pb 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan 6 ppm, ekstraksi dengan larutan ditizon dalam kloroform pada kondisi optimum. Ukur absorbannya pada panjang gelombang 520,0 nm dan buat kurva kalibrasi antara konsentrasi (x) terhadap absorbansi (y), sehingga diperoleh persamaan linier $y = bx + a$, nilai koefisien korelasi (r) dan koefisien variasi fungsi (V_{x_0}). Selanjutnya, hitung batas deteksi (BD) dan

batas kuantisasi (BK) dari persamaan linier yang diperoleh.

Penentuan Akurasi

Akurasi ditentukan dari konsentrasi *spiked* Pb 2 ppm sebagai konsentrasi 80%, 2,5 ppm sebagai konsentrasi 100% dan 3 ppm sebagai konsentrasi 120%, diukur sebagai persen perolehan kembali (% *recovery*) analit yang ditambahkan pada pengukuran.

Penentuan Presisi

Presisi ditentukan dari absorban sampel pada konsentrasi *spiked* Pb 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 2,5 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan 6 ppm. Data hasil absorban dihitung sebagai simpangan baku (SB) dan % simpangan baku relatif (SBR).

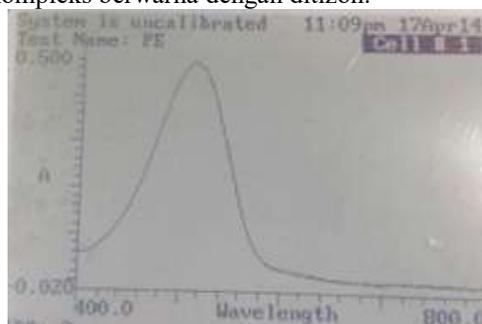
Pengukuran Kadar Pb pada Sampel Menggunakan Metode Hasil Validasi

Ditimbang 5g sampel, kemudian dimasukkan ke dalam krus porselen, selanjutnya didestruksi. Proses destruksi dan preparasi sampel dilakukan dengan cara yang sama untuk sampel *spiked*. Ukur absorban sampel dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520,0 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan metode analisis kadar timbal (Pb) menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dilakukan karena metode ini sederhana serta dapat meningkatkan selektivitas dan sensitifitas dengan adanya proses ekstraksi Pb pada pH optimum dan penggunaan zat penopeng. Analisis

Pb dengan metode spektrofotometri UV-Vis dapat dilakukan karena Pb dapat membentuk senyawa kompleks berwarna dengan ditizon.



Gambar 1. Panjang Gelombang Maksimum Pb-Ditizon

Kestabilan kompleks Pb-ditizon dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu pH, adanya logam lain dan

Pb(NO₃)₂ yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat spesifikasi zat pereaksi (pro analisis), sehingga harus dibakukan untuk mengetahui tingkat kemurniannya dengan menggunakan metode titrasi kompleksometri. Diperoleh kadar Pb adalah 99,2%.

Tahap optimasi yang dilakukan dalam pengembangan metode analisis kadar Pb menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis diantaranya adalah proses destruksi, ekstraksi dan stabilitas kompleks.

Proses destruksi dilakukan melalui dua tahap yaitu pengeringan dan pengabuan. Proses pengeringan dilakukan sampai terbentuk arang. Penambahan HNO₃ pekat sedikit demi sedikit pada proses pengeringan bertujuan untuk memecah ikatan Pb dari matriks-matriks lainnya. Proses pengabuan dengan tanur dilakukan pada suhu awal 250°C, selanjutnya dinaikkan secara bertahap sampai suhu 500°C. Pengondisian suhu 500°C dilakukan untuk mencegah penguapan analit, karena Pb dapat menguap pada suhu 550-600°C dan bereaksi dengan oksigen dalam udara membentuk Pb oksida (Ardyanto, 2005). Proses pengabuan berlangsung optimum setelah 18 jam terhitung dari kondisi suhu telah mencapai 500°C.

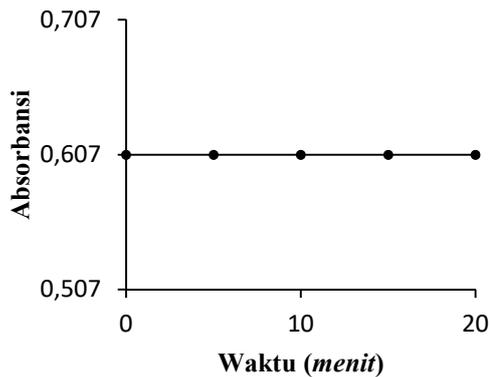
Ekstraksi bertujuan untuk memisahkan Pb dari ion logam lainnya yang akan mengganggu identifikasi dan penentuan kadarnya. Proses ekstraksi Pb dengan ditizon dilakukan sampai seluruh Pb dalam sampel terekstraksi sempurna yang ditandai dengan warna lapisan kloroform sudah tidak berwarna merah. Ekstraksi berlangsung optimum selama 5 menit.

Pengukuran panjang gelombang maksimum Pb-ditizon dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dan diperoleh hasil yaitu 520,0 nm.

waktu pembentukan kompleks. Dalam penelitian ini pH yang digunakan adalah pH 10, karena analisis Pb menggunakan ditizon dicapai pada pH optimum 10 (Rina, 2004). Keberadaan logam lain pada saat pengukuran perlu diperhatikan, karena dapat menyebabkan ketidaktepatan pengukuran terutama logam yang memiliki sifat dan karakteristik hampir sama dengan Pb yang akan dianalisis. Dalam air laut terkandung beberapa logam selain Pb yaitu kadmium (Cd), merkuri (Hg) dan tembaga (Cu). Kalium sianida (KCN) digunakan untuk menopeng logam-logam selain Pb yang dapat mengganggu analisis. Pada rentang pH 9-12, logam selain Pb dapat ditopeng oleh

sianida dan membentuk kompleks yang stabil kuat (Rivai, 2006).

Stabilitas waktu pembentukan kompleks Pb-ditizon dilakukan dengan mengukur serapan kompleks setiap 5 menit. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pembentukan kompleks Pb-ditizon stabil selama 20 menit.



Gambar 2. Kurva Stabilitas Pb-ditizon

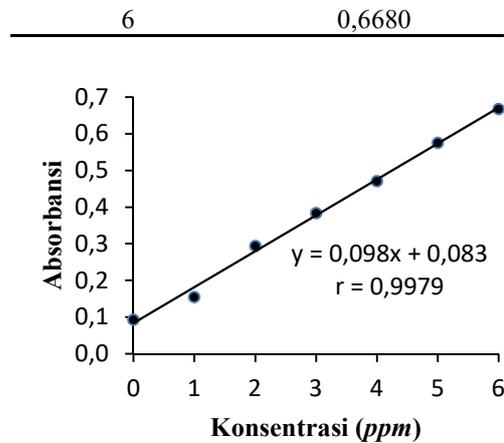
Kurva kalibrasi dibuat dengan pengukuran absorbansi pada konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm dan 6 ppm.

Tabel 1. Data Kurva Kalibrasi

Konsentrasi Pb (ppm)	Absorbansi Rata-rata
0	0,0934
1	0,1537
2	0,2940
3	0,3842
4	0,4714
5	0,5759

Tabel 2. Data Perolehan Kembali (Akurasi)

Konsentrasi Pb (ppm)	Absorbansi	Recovery	(%) Recovery	Rata-rata
2	0,2940	2,1531	107,6531	107,6531
	0,2930	2,1429	107,1429	
	0,2950	2,1633	108,1633	
2,5	0,3023	2,2378	89,5102	90,1088
	0,3040	2,2551	90,2041	
	0,3050	2,2653	90,6122	
3	0,3856	3,0878	102,9252	102,4376
	0,3840	3,0714	102,3810	
	0,3829	3,0602	102,0068	



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Pb-ditizon

Linieritas dilakukan untuk membuktikan adanya hubungan linier antara konsentrasi analit dengan respon instrumen, merupakan salah satu pengujian yang harus dilakukan pada saat pengembangan metode dan validasi metode analisis (Ibrahim, 2005). Dari hasil pengujian linieritas diperoleh persamaan garis linier $y = 0,098x + 0,083$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,9979 yang menunjukkan adanya korelasi yang tepat antara konsentrasi dengan absorbansi. Koefisien variasi fungsi (V_{x_0}) yang diperoleh adalah 5,1%. Kemudian, batas deteksi (BD) dan batas kuantisasi (BK) yang diperoleh yaitu BD = 0,459 ppm dan BK = 1,53 ppm.

Akurasi dinyatakan sebagai % perolehan kembali (% *recovery*) kadar analit yang ditambahkan pada produk jadi yang sudah mengandung analit (*standard addition method*). Konsentrasi analit yang ditambahkan yaitu 80%, 100% dan 120% dari kadar analit yang diperkirakan (Harmita, 2004). Analit yang diperkirakan terkandung dalam rumput laut adalah 2 ppm (SNI 01-6236-2000). Dari hasil pengujian

pada konsentrasi 2 ppm (80%), 2,5 ppm (100%) dan 3 ppm (120%) diperoleh % *recovery* berturut-turut sebesar 107,6531%, 90,1088% dan 102,4376%. Menurut Harmita (2004), rentang % *recovery* untuk analit pada matriks sampel 1 ppm adalah 80-110%. Menurut Lindholm dalam Ningrum *et al.* (2009), nilai rata-rata % *recovery* yang diperbolehkan dalam pengukuran bioanalisis adalah 85-115%.

Tabel 3. Data Presisi

Konsentrasi Pb (ppm)	Absorbansi rata-rata	% Recovery Rata-rata	SB	SBR (%)
1	0,1537	72,1088	2,3565	3,2680
2	0,2940	107,6531	0,5102	0,4739
3	0,3842	102,4376	0,4618	0,4508
4	0,4714	99,0901	2,6942	2,7190
5	0,5759	100,5850	0,9586	0,9530
6	0,6680	99,4955	1,9068	1,9164

Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif. Presisi diperlukan untuk menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Menurut *European Medicine Agency* (2009), nilai simpangan baku relatif tidak melebihi 15%. Hasil pengukuran menunjukkan nilai simpangan baku relatif pada konsentrasi 1 ppm sampai 6 ppm memenuhi syarat yaitu tidak melebihi 15%. Pada konsentrasi satu persepuluhan (1 ppm), nilai simpangan baku relatif dapat mencapai 16% (Harmita, 2004). Pada konsentrasi 1 ppm nilai simpangan baku relatif sebesar 3,2680%, dapat disebabkan karena konsentrasi analit sangat kecil. Menurut Harmita (2004), simpangan baku relatif meningkat dengan menurunnya kadar analit yang dianalisis.

Metode penetapan kadar Pb yang telah divalidasi, diaplikasikan pada sampel yaitu rumput laut tanpa kemasan dan agar rumput laut. Di kalangan masyarakat, rumput laut telah lama dikenal dan banyak dimanfaatkan sebagai olahan makanan. Kadar Pb dalam rumput laut perlu diketahui apakah melebihi batas maksimal yang telah ditentukan atau tidak.

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh kadar Pb untuk sampel rumput laut tanpa

kemasan sebesar 1,017 ppm dan untuk agar rumput laut sebesar 1,02 ppm. Kadar Pb pada kedua sampel tersebut diketahui berada dibawah batas kuantisasi (1,53 ppm), sehingga Pb yang terkandung dalam sampel hanya dapat terdeteksi tetapi tidak terkuantisasi. Meskipun demikian, kadar kedua sampel tersebut tidak melebihi batas maksimal yang dipersyaratkan dalam SNI 01-6236-2000 yaitu 2 ppm. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa metode penetapan kadar Pb dengan spektrofotometer UV-Vis hanya dapat digunakan untuk sampel yang mengandung Pb dengan rentang kadar yang kecil.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan metode analisis penetapan kadar Pb menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, diperoleh panjang gelombang maksimal kompleks Pb-ditizon adalah 520,0 nm. Hasil validasi metode analisis menunjukkan persamaan regresi linier $y = 0,098x + 0,083$ dengan nilai $r = 0,9979$; $V_{x0} = 5,1\%$; batas deteksi (BD) 0,459 ppm; batas kuantisasi (BK) 1,53 ppm. Akurasi yang diperoleh pada konsentrasi 80%, 100%, dan 120% berturut-turut 107,6531%, 90,1088% dan 102,4376%. Hasil

pengukuran presisi pada konsentrasi 1 ppm sampai 6 ppm tidak melebihi 15%.

Metode penetapan kadar Pb yang telah divalidasi diaplikasikan pada sampel rumput laut tanpa kemasan dan agar rumput laut. Berdasarkan hasil pengukuran diketahui kadar kedua sampel berturut-turut yaitu 1,017 ppm dan 1,02 ppm, menunjukkan kedua sampel memiliki kadar dibawah batas kuantisasi tetapi tidak melebihi batas maksimal yang dipersyaratkan dalam SNI 01-

6236-2000. Metode penetapan kadar Pb dengan spektrofotometer UV-Vis hanya dapat digunakan untuk sampel yang mengandung Pb dengan rentang kadar Pb yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita D.J. Ningrum, Siluh M.Y. Astini, dan Arief R. Hakim. 2009. Validasi Metode Penetapan Kadar Pentagamavunon-1 dalam Darah Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 4, No. 3, 135-145.
- AOAC. 2006. AOAC Official Methode 999.11 Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc In Food: AOAC international.
- Badan Standardisasi Nasional. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Manisan Rumput Laut*. SNI 01-6236:2000.
- Bragg A Stefanie, Xue Zi-Ling. 2011. Optimization of Dry Ashing of Blood Samples for Trace Metal Analysis. *American Journal of Analytical Chemistry*, Vol. 2, 979-983.
- Dewi.N.K., Purwanto, Henna Rya Sunoko. 2010. *Biomarker Pada Ikan Sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Kadmium di Perairan Kaligarang Semarang*. Laporan Penelitian Hibah Doktor. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Diharmi, Andarini, D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan E.S. Heruwati. 2011. Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Euclima Spinosum* (AlgaMerah) dari Perairan Semenep Madura. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan* 16,1 (2011) :117-124.
- European Medicines Agency. 2009. *Guidline on Validation of Bioanalytical Methods*. London : EMEA.
- Gandjar IG, Rohman A. 2007. *Kimia Farmasi Analitis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.Hal: 459.
- Hardani, P.T. 2013. Pengembangan Sensor Logam Berbasis Reagen Ditizon pada Chip Kertas untuk Deteksi Timbal pada Jahe (*Zingiber Officinale*). Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Jember: Jawa Timur.
- Harmita, 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. 1, No. 3, 117-135.
- Ibrahim, Slamet. 2005. Berbagai Pendekatan Pengujian Kelinieran Kurva Baku pada Metode Instrumental. *Acta Pharmaceutica Indonesia*, Vol. 30, No. 1, 30-34.
- Lubis, Hayati dan Aman Chalikuddin. 2008. Pemeriksaan Logam Merkuri, Timbal, dan Cadmium dalam Daging Rajungan Segar yang Berasal Dari TPI Gabion Belawan Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Majalah Kedokteran Nusantara*. Vol. 41, No. 1.
- Oktavia, H. Andhini, 2010. Pengaruh Logam Berat Pb Terhadap Profil Protein Alga Merah (*Gracillaria* Sp.). Tugas Akhir. ITS: Surabaya.
- Widowati, Wahyu, A. Sostiono dan R. Jusuf.2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan Dan Penanganan Pencemaran-Edisi I*. Yogyakarta: ANDI.