

ANALISIS KUANTITATIF CEMARAN LOGAM PADA PRODUK INOVASI SEDIAAN JAMU SERBUK INSTAN KUNYIT ASAM MELALUI PEMBENTUKAN KOMPLEKS LOGAM-DITIZONE

Siska Rusmalina^{1*)}, Eni Retno Wati¹⁾, Kharismatul Khasanah¹⁾, Benny Diah Madusari²⁾

¹⁾Fakultas Farmasi, Universitas Pekalongan

²⁾Fakultas Perikanan, Universitas Pekalongan

Jl. Sriwijaya No.3, Bendan, Kec. Pekalongan Bar., Kota Pekalongan, Jawa Tengah
51119.

*Email: siska_wibowoapt@yahoo.co.id

ABSTRAK

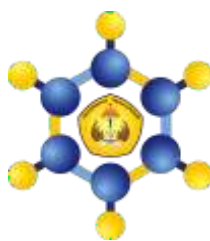
Latar belakang :Syarat edar sediaan jamu yang bermutu dan aman menurut BPOM nomor 32 tahun 2019 diantaranya yaitu batas kandungan cemaran logam Pb dan Cd. Produk jamu serbuk instan kunyit asam yang bermutu dan aman dapat dianalisis kualitatif dan kuantitatif. Adanya logam Pb dan Cd dalam suatu sampel dapat dianalisis dengan metode Spektrofotometri Visible berdasarkan pembentukan kompleks logam Pb-Ditizone dan Cd-Ditizone. Panjang gelombang senyawa kompleks logam-ditizone berada pada 500 – 700 nm. Uji linieritas, LoD, LoQ dan presisi menjadi parameter validitas dalam menentukan kadar dengan metode spektrofotometri

Tujuan :Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar cemaran logam Pb dan Cd dalam produk inovasi serbuk instan kunyit asam dengan metode spektrofotometri visible.

Metode :Penelitian ini berjenis non eksperimental dengan rancangan deskriptif guna memperoleh gambaran kadar cemaran logam Pb dan Cd dalam produk inovasi serbuk instan kunyit asam yang dikembangkan peneliti dengan metode spektrofotometri visible berdasarkan pembentukan kompleks logam-ditizon. Parameter pengujian meliputi linieritas, LoD, LoQ, Presisi, dan Kadar.

Hasil :Sampel produk inovasi kunyit asam dianalisis dengan metode Spektrofotometri Visible berdasarkan pada pembentukan kompleks logam dengan ditizone. Hasil scanning Panjang gelombang kompleks Pb-Ditizone, dan Cd-Ditizone berturut-turut yaitu 515 dan 607 nm. Pengujian yang dilakukan memiliki nilai linieritas yang baik dengan nilai koefisien korelasi (r) Pb =0,9947 dan Cd = 0,9996. Adapun persamaan garis yang diperoleh Pb, $y = 0,0438x + 0,1150$, dan Cd $y = 0,01012x + 0,003$. Nilai LoD Pb = 0,175 ppm dan Cd = 0,531 ppm. Nilai LoQ Pb = 0,010 ppm Cd = 0,029 ppm. Kadar logam Pb = 10,030 ppm dan kadar logam Cd sebesar 0,2140 ppm.

Kesimpulan : Cemaran logam ditemukan dalam produk inovasi jamu serbuk instan kunyit asam. Cemaran logam Pb sebesar 10,03 ppm dan logam Cd sebesar 0,214 ppm.



Cemaran logam Cd masih dalam batas yang dipersyaratkan, namun kadar logam sedikit melebihi batas yang dipersyaratkan BPOM no 32 tahun 2019.

Kata kunci: Spektrofotometri Visible, Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Jamu, Serbuk Instan.

ABSTRACT

Background : The distribution requirements for quality and safety herbal preparations according to BPOM number 32 of 2019 include limits on the content of Pb and Cd metal contamination. Quality and safety instant turmeric powder herbal products can be analyzed qualitatively and quantitatively. The presence of Pb and Cd metals in a sample can be analyzed by the Visible Spectrophotometry method based on the formation of Pb-Ditizone and Cd-Ditizone complexes. The wavelength of the metal-ditizone complex is in the range of 500 – 700 nm. Linearity, LoD, LoQ and precision tests are parameters for the validity of the method in determining levels by spectrophotometric method

Objective : This study aims to determine the levels of metal contamination Pb and Cd in the innovative product of instant turmeric tamarind powder using the visible spectrophotometry method.

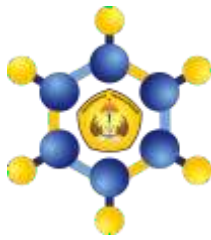
Method : This study was of a non-experimental type with a descriptive design, in order to obtain an overview of the levels of metal contaminants Pb and Cd in the innovation product of instant turmeric tamarind powder developed by researchers using the visible spectrophotometric method based on the formation of metal-dithizon complexes. Test parameters include linearity, LoD, LoQ, Precision, and concentration.

Result : he product samples of the tamarind turmeric innovation were analyzed using the Visible Spectrophotometry method based on the formation of metal complexes with dithizone. The results of scanning the wavelengths of the Pb-Ditizone and Cd-Ditizone complexes were 515 and 607 nm, respectively. The tests carried out have a good linearity value with a correlation coefficient (r) Pb = 0.9947 and Cd = 0.9996. The line equation obtained by Pb, $y = 0.0438x + 0.1150$, and Cd $y = 0.01012x + 0.003$. The LoD value of Pb = 0.175 ppm and for Cd = 0.531 ppm. The LoQ value of Pb = 0.010 ppm and Cd = 0.029 ppm. Pb metal content = 10.03 ppm and Cd metal content of 0.214 ppm.

Conclusion :Metal contamination was found in the product innovation of instant powdered herbal turmeric tamarind. Pb metal contamination was 10.03 ppm and Cd metal was 0.214 ppm. Cd metal contamination is still within the required limits, but the metal content slightly exceeds the limit required by BPOM No. 32 of 2019.

Keywords: Visible Spectrophotometry, Lead (Pb), Cadmium (Cd), traditional Medicine, Instant Powder.

A. Pendahuluan	lingkungan, dan bersifat toksik jika
Cemaran logam berat merupakan	terdapat dalam jumlah besar dan dapat
cemaran yang berpotensi merusak	mempengaruhi berbagai aspek dalam



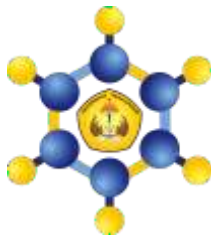
perairan baik secara biologis maupun ekologis (Ismarti dkk., 2017). Menurut Budiastuti dkk (2013), Cemaran logam dalam badan air dapat ditemukan dalam bentuk padatan seperti sedimen yang diakibatkan oleh limbah domestik, industri dan aktivitas manusia lainnya. Tumbuhan memiliki kemampuan menyerap dan mengakumulasi zat pencemar melalui bagian daun yang dapat menangkap partikel logam, salah satunya timbal yang diemisikan oleh kendaraan bermotor (Hendrasarie, 2007). Hal ini memungkinkan jamu mengandung logam berat yang berasal dari bahan baku (Husna dkk., 2015).

Produk herbal atau jamu adalah produk yang diolah menggunakan air dalam proses pembuatan. Air digunakan untuk mencuci serta merebus bahan baku menjadi sediaan jamu (Emma Susanti, 2018). Air yang mengandung cemaran logam, apabila digunakan dalam proses produksi dapat mengkontaminasi produk jamu yang dibuat.

Penelitian Letri husna, dkk (2015), jamu pegal linu mengandung logam, dengan kadar logam Pb dan Hg melampaui ambang batas yang diperbolehkan BPOM RI. Penelitian Asra dkk., (2019),

pada jamu asam urat tidak terdapat kandungan logam cadmium. Namun, tiga sampel positif mengandung logam timbal dengan kadar masih memenuhi ambang batas persyaratan BPOM. Batas cemaran logam dalam serbuk minuman siap seduh diatur dalam peraturan BPOM no. 32 tahun 2019. Adanya produk inovasi serbuk instan kunyit asam yang dikembangkan oleh tim peneliti, maka diperlukan suatu analisis cemaran logam guna memverifikasi mutu dan keamanan produk.

Kandungan logam berat dalam suatu matrik dapat dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (AAS). Wulansari (2007) menyatakan bahwa penggunaan spektrofotometri serapan atom memiliki kekurangan yaitu harga instrumen yang mahal dan mudah terinterferensi. Sehingga diperlukan alternatif yang dapat memeriksa cemaran logam berat, yaitu menggunakan metode spektrofotometri visible dengan pembentukan logam kompleks. Ditizon merupakan salah satu pengompleks yang dapat bereaksi dengan beberapa logam salah satunya adalah Cd dan Pb.



Reaksinya dengan ion logam akan membentuk kompleks logam dithizonat yang spesifik dan larut dalam pelarut organik dan dapat menyerap warna yang kuat pada daerah sinar tampak, sehingga dapat dilakukan penentuannya secara spektrofotometri (Kustiawan & Pratiwi, 2016). Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian dilakukan guna mengetahui kadar cemaran logam timbal dan cadmium dalam produk inovasi serbuk instan kunyit asam.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian non eksperimental dengan rancangan deskriptif guna memperoleh gambaran kadar cemaran logam Pb dan Cd dalam produk inovasi serbuk instan kunyit asam yang dikembangkan peneliti dengan metode spektrofotometri visible berdasarkan pembentukan kompleks logam-ditizon (Palupi dkk, 2020). Sampel pada penelitian ini berjenis sampel jenuh yaitu produk inovasi serbuk instan kunyit asem

1. Alatgelas ware (Pyrex®), alumunium foil, Spektrofotometer Visibel (Thermo scientific), Timbangan Analitik (CHQ AJ),

pH meter (shoffan's), pipet tetes (Assistant) dan pipet volume (iwaki), sendok tanduk.2. BahanFormula serbuk kunyit asem yang diperoleh dari peneliti terdahulu di Universitas Pekalongan, HNO_3 pa pekat (Merck), NaOH pa (Merck), KCN (Merck), zat pengompleks ditizone (difenilkarbazone (Merck), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (Merck), $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ (Merck), aquadest (Brataco).3. Langkahah Penelitian

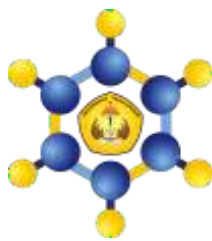
a. Pembuatan larutan baku Induk timbal dan cadmium masing-masing dengan konsentrasi 1000, dan 100 ppm.

b. Penyiapan sampel

Ditimbang sampel sebanyak 5 gram dimasukkan dalam cawan porselin, kemudian dilarutkan dengan menggunakan HNO_3 sebanyak 20 mL, kemudian dipanaskan diatas hot plate hingga larutan menjadi bersih dan tidak berwarna serta berangsur-angsur keluar asap putih, lalu didinginkan (Yusuf dkk., 2014).

c. Penetapan Panjang gelombang maksimum Pb dan Cd

Dipipet 2 mL larutan standar Pb, dan 10 mL larutan standar Cd konsentrasi 100 ppm, dimasukkan kedalam labu ukur 50



mL, kemudian tambahkan 5 mL NaOH 0,5M dan 5 mL dithizon 0,005%, kemudian ditambahkan 5 mL KCN 10% dan aquades sampai tanda batas. Diamkan selama 5 menit. Siapkan juga larutan blanko. Larutan baku standar Pb di scan pada panjang gelombang 460-570 nm, dan larutan Cd discan pada Panjang gelombang 350-700 nm (Marlina, 2009; Heydari, 2014).

d. Penentuan kurva kalibrasi Pb dan Cd

Disiapkan larutan seri standar Pb dan Cd dengan konsentrasi 0; 5; 10; 15; 20; 25; dan 30 ppm dari larutan baku standar 100 ppm. Setiap larutan seri konsentrasi seri dibentukkan kompleks dengan cara ditambah dengan NaOH hingga pH 9, ditambah 5 mL dithizon 0,005% (difeniltiokarbazon), 5 mL KCN 10% sebagai zat penopeng dan aquades sampai tanda batas. Setiap larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum (Marlina, 2009).

e. Validasi metode

(1) Uji Linieritas

Uji linearitas dilakukan dengan mengukur absorbansi dari masing-masing konsentrasi larutan seri Pb dan Cd pada panjang gelombang maksimum hasil *scanning*. Data absorbansi yang

diperoleh dari tiap konsentrasi dikorelasikan dengan kadar secara matematika melalui persamaan regresi linier, dan ditentukan koefisien relasinya. Untuk mengetahui tingkat linearitas kadar seri konsentrasi dengan absorbansi, maka nilai koefisien relasi (r) regresi linier dipadankan nilai r tabel 95%. Jika r hitung > r tabel, maka linieritasnya baik dan dapat digunakan untuk perhitungan akurasi dan presisi (Wisudyaningsih, 2012). Nilai R Square hanya antara 0 – 1 (Yulianti et al., 2017).

(2) Batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ)

Batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi ditetapkan kadar pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung nilai SD dari hasil pengukuran konsentrasi kurva baku kemudian digunakan untuk menghitung LoD dan LoQ (Yulianti dkk., 2017).

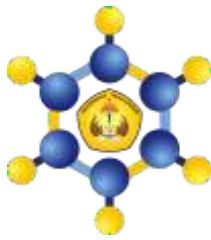
Gambar 1. Rumus perhitungan SD (a), LOD (b), dan LOQ(c)

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n}} \quad LOD = 3x \frac{sy}{x} \quad LOQ = 10x \frac{sy}{x}$$

(a) (b) (c)

(3) Uji Presisi

Kategori uji keterulangan (*repeatability*) dengan mengukur 6x larutan konsentrasi



salah satu konsentrasi digunakan untuk menentukan nilai presisi pada penelitian ini. Nilai presisi (ketelitian) ditentukan sebagai simpangan baku (SD) dan % RSD. Hasil dikatakan memiliki presisi yang baik dihitung dari nilai RSD dengan nilai $\leq 2\%$ (Yulianti dkk., 2017).

(4) Penentuan kadar logam Pb dan Cd
Dipipet 5 mL larutan hasil preparasi sampel, dimasukkan dalam labu ukur 50 mL. Ditambah larutan pengomplek dithizon, larutan KCN, dan diatur pH larutan dengan penambahan larutan NaOH hingga 9. Absorbansi larutan sampel diukur pada panjang gelombang maksimum. Konsentrasi logam Pb dan Cd dalam sampel jamu serbuk instan kunyit asem ditentukan dengan persamaan garis linier, $y = bx + a$, yang diperoleh dari pengukuran seri konsentrasi larutan baku.

C. Hasil dan Pembahasan
Sampel yang digunakan pada penelitian ini, berjenis

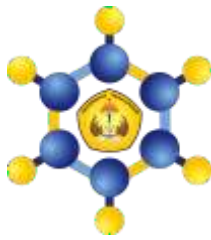


sampel jenuh dimana seluruh produk inovasi serbuk instan kunyit asem yang

dikembangkan digunakan sebagai sampel. Sampel jamu dapat dilihat pada gambar 2. Gambar 2. Sampel Jamu Kunyit Asem

Senyawa organik $(CH_2O)_x$ didekomposisi (oksidasi) oleh asam nitrat (HNO_3) akan menghasilkan CO_2 dan NO_x . Gas ini yang terbentuk akan meningkatkan tekanan pada proses destruksi, sehingga unsur yang akan dianalisis terputus dari ikatan dengan senyawa organik, dan berubah dari bentuk garamnya menjadi Logam- $(NO_3)_x$ yang mudah larut dalam air. Gas NO dihasilkan selama oksidasi bahan organik oleh asam nitrat, kemudian gas NO yang diuapkan dari larutan bereaksi dengan oksigen menghasilkan gas NO_2 , gas ini diserap kembali dalam larutan. Adanya gas NO_2 mengindikasikan bahwa bahan organik telah dioksidasi asam nitrat (Amelia dkk., 2013).

Unsur logam agar dapat dianalisis dengan metode spektrofotometri, diubah terlebih dahulu menjadi senyawa kompleks. Pada penelitian ini senyawa pengkompleks yang digunakan yaitu ditizone karena dapat mengikat logam Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, Tl, Sn, Pb, Bi, Mn, Co, Ni, Pd, dan Pt. Sehingga logam yang



akan uji kadarnya terbaca sebagai masing-masing logam dan menghasilkan warna yang khas (Palupi dkk., 2020).

Proses pembentukan kompleks unsur logam dengan ditizone optimal terjadi pada pH 9 (Maulana & Kelua, 2019). Untuk menjaga pH pada keadaan stabil, dan pengopleks dapat bekerja optimum digunakan (Marlina, 2009).

1. Scanning Panjang Gelombang

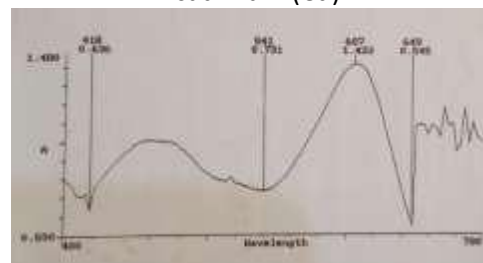
Scanning panjang gelombang larutan kompleks timbal (Pb)-ditizone dilakukan pada rentang 460-570 nm (Marlina, 2009). Hasil scanning panjang gelombang menunjukkan Panjang gelombang kompleks Pb-ditizone berada pada 517 nm (gambar 3). Hasil ini selaras dengan penelitian Marlina (2009) bahwa panjang gelombang yang digunakan untuk pemeriksaan adalah 520 nm. Sedangkan dalam penelitian Yusuf dkk.,(2014) dalam analisa digunakan Panjang gelombang maksimum 515 nm. Pada penelitian ini ditetapkan Panjang gelombang 571 nm ditetapkan sebagai Panjang gelombang yang digunakan untuk menganalisis Pb pada penelitian ini.

Gambar 3. Scanning Panjang Gelombang timbal (Pb)



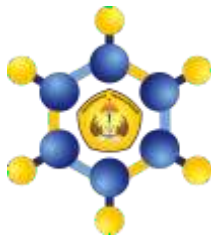
scanning panjang gelombang kompleks Cadmium(Cd)-ditizone dilakukan pada rentang panjang gelombang 350-700 nm (Heydari, 2014). Hasil scanning panjang gelombang ada pada panjang gelombang 607 nm (gambar 4). Hasil ini relevan dengan hasil penelitian dari Kustiawan & Pratiwi (2016) yaitu 615 nm. Pada penelitian ini digunakan panjang gelombang 607 nm dalam analisis Cadmium (Cd).

Gambar 4. Scanning Panjang Gelombang cadmium (Cd)



2. Uji Linieritas

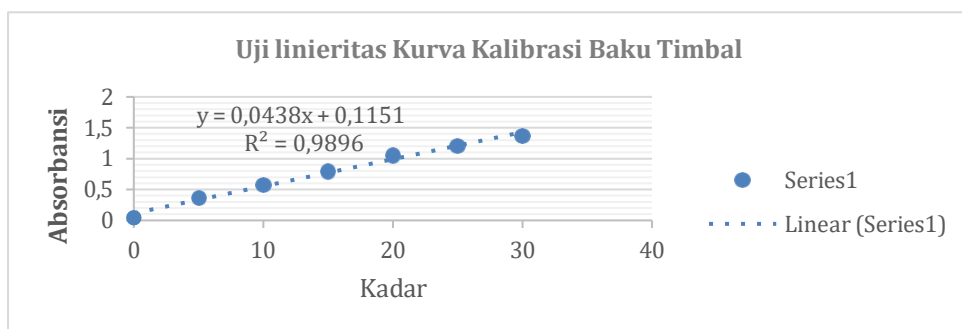
Hasil uji linieritas pada logam Pb menunjukkan hubungan korelasi yang baik antara kadar dengan absorbansi. Nilai koefisien korelasi (r)= 0,9947, dan persamaan garis $y= 0,0438x + 0,1150$, (gambar 5). Hasil ini menunjukan



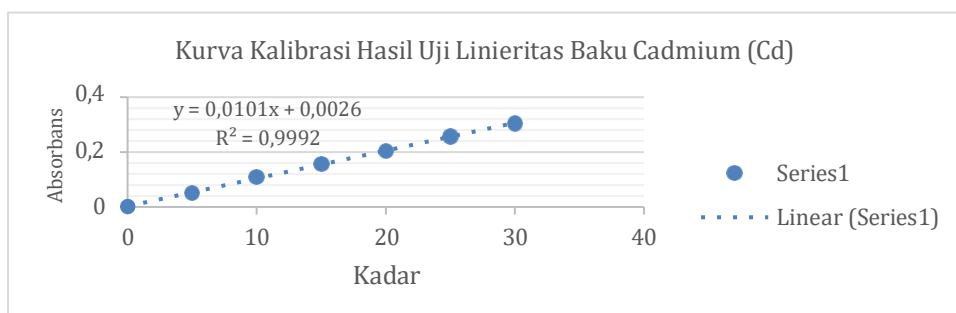
bahwa kurva baku linier dan memenuhi syarat analisis karena nilai r pada rentan 0-1 dan melebihi nilai $>0,99$. Nilai r yang mendekati 1 menunjukkan adanya korelasi antara konsentrasi (x) dan respon absorbansi (y) yang dapat diartikan sebagai linieritas (Nurun., 2017).

Hasil uji linieritas pada logam Cd menunjukkan hubungan korelasi yang baik antara kadar dengan absorbansi. Nilai koefisien korelasi (r) = 0,9996 dengan persamaan garis $y = 0,01012x + 0,003$, (gambar 6)

Gambar 5. Grafik Uji Linieritas Kurva Kalibrasi Baku Timbal (Pb)



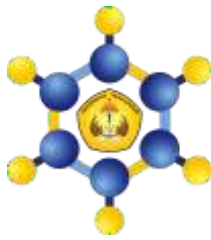
Gambar 6. Grafik Uji Linieritas Kurva Baku Cadmium (Cd)



3. Uji LoD dan LoQ

Data kurva kalibrasi yang diperoleh dari tiap larutan baku logam Pb dan Cd digunakan untuk perhitungan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantitation*). Konsentrasi terkecil

senyawa logam Pb yang masih dapat dideteksi dengan presisi dan akurasi yang masih dapat diterima (LoD) yaitu 0,17 ppm. Batas terkecil yang dapat dideteksi diukur dengan akurat dan



presisi oleh alat/instrument (LoQ) = 0,531.

Nilai LoD pada deteksi senyawa logam Cadmium (Cd) = 0,002929 dan nilai LoQ = 0,0096657. Hasil LoD dari deteksi kedua logam menunjukkan sensitivitas metode yang ditunjukkan dengan nilai LoD yang masuk rentang kerja optimum alat yaitu 0,01-2 mg/L (Agilent, 2015).

4. Uji Presisi

Hasil uji presisi (keterulangan) pada pengujian logam Pb dan Cd menunjukkan hasil yang baik dengan nilai RSD pada uji sebesar 0,143%. Hasil ini sesuai dengan persyaratan uji presisi yaitu nilai RSD $\leq$ 2% (Fatimah dkk., 2013).

5. Penentuan Kadar

Penentuan kadar logam Pb dan Cd dalam sampel dilakukan dengan 3x replikasi. Rata-rata kadar logam Pb = 10,03, kadar sampel yang diperoleh melebihi angka yang ditetapkan oleh BPOM RI 2019 tentang kandungan Pb dalam obat tradisional minuman siap seduh $\leq$ 10 mg/L (ppm). Adapun kadar logam Cd sebesar 0,214 ppm.

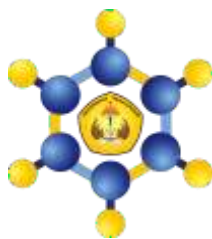
D. Kesimpulan

Sampel produk inovasi kunyit asam yang dianalisis dengan metode Spektrofotometri Visible berdasarkan

pada pembentukan kompleks logam dengan ditizone. Hasil scanning Panjang gelombang kompleks Pb-Ditizone, dan Cd-Ditizone berturut-turut yaitu 515 dan 607 nm. Cemarkan logam ditemukan dalam produk inovasi jamu serbuk instan kunyit asam. Cemarkan logam Pb sebesar 10,030 ppm dan logam Cd sebesar 0,2140 ppm. Cemarkan logam Cd masih dalam batas yang dipersyaratkan, namun kadar logam sedikit melebihi batas yang dipersyaratkan BPOM no 32 tahun 2019 yaitu $\leq$ 10 mg/L (ppm).

E. Referensi

- Agilent. 2015. Flame Atomic Absorption Spectroscopy. Analytical Methods, January, 164. <http://www.agilent.com/cs/library/usermanuals/public/0009.pdf>
- Amelia, E., Arief, J., & Hakim, R. 2013. Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd dan Cu dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah. 2(2), 6–8.
- Andriyaningrum, S., Yusuf, B., & Gunawan, R. 2018. Perbandingan Metode Destruksi Basah Sistem Terbuka Dan Tertutup Terhadap Analisis Logam Timbal (Pb) Dalam Sampel Tanah Pada Daerah Bekas Pertambangan Di Samarinda Dengan AAS The Comparison Wet Destruction Methods Open And Closed Systems To The Analysis Of Lead Metal (Pb) In Soil Samples At The Former Mining Site In



BENZENA

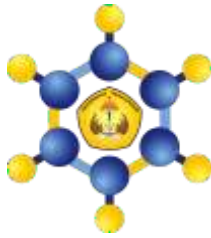
Jurnal Ilmiah Farmasi

Pharmaceutical Scientific Journal

Vol.02 No. 01 (Juni) (2023)

e-ISSN 2691-7375

-
- Samarinda With Aas. 77–81.
- Asmorowati, Dian Sri. Sumarti, Sri Susilogati. Kristanti, I. 2020. Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Untuk Analisis Timbal Dalam Tanah Di Sekitar Laboratorium Kimia Fmipa Unnes. Indonesian Journal Of Chemical Science, 9(3), 169–173. <http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sjui/index.Php/Ijcs>
- Asra, R., Maisitoh, M., & Rusdi, R. 2019. Analysis of Metal Contents Lead and Cadmium in Uretic Acid Jamu By Using Atomic Absorption Spectrophotometric. Journal of Pharmaceutical And Sciences, 2(1), 10–16. <https://doi.org/10.36490/journal-l-jps.com.v2i1.11>
- Bpom. 2019. Peraturan Bpom Nomor 32 Tahun 2019 Persyaratan Keamanan Dan Mutu Obat Tradisional. Badan Pengawas Obat Dan Makanan, 1–37.
- Budiastuti, P., Mursid, R., & Nikie, A. Y. D. 2013. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang Putri. Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal), 4(5), 119–125.
- Emma Susanti, R. A. 2018. Uji Cemaran Mikroba Pada Jamu Kelilinyang Dijual Di Kelurahan Simpang Baru Panam Pekanbaru Dengan Metode MPN (Most Probable Number). Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia, 6(2), 56–60 http://www.epa.gov/microbes/MPN_User_Manualvs3.pdf
- Fatimah, S. F., Aisyah, V., & Nurani, L. H. 2013. Validasi Metode Analisis B -Karoten Dalam Ekstrak Etanol 96 % Spirulina Maxima Dengan Spektrofotometri Visibel Analytical Method Validation Of B -Carotene On Spirulina Maxima 96 % Ethanolic Extract With Spectrophotometry Visible. 1–13.
- Hendrasarie, N. 2007. Kajian Efektifitas Tanaman Dalam Menjerap Kandungan Pb DI UDARA. Jurnal Rekayasa Perencanaan, 3(2).
- Heydari, S. 2014. Separation / Preconcentration and Determination of Trace Levels of Cadmium in Saffron Samples by Dispersive Liquid – Liquid Based on Solidification of Floating Organic Drop Microextraction Coupled to UV-Vis Spectrophotometry. 2(1), 12–23. <https://doi.org/10.13179/canchemtrans.2014.02.01.0049>
- Husna, O. L., Hanifah, T. A., & Kartika, G. F. 2015. Analisis kandungan logam timbal, kadmium, dan merkuri dalam produk jamu pegal linu yang beredar di Kota Pekanbaru. Jom Fmipa, 2(1), 130–135.
- Ismarti, I., Ramses, R., Amelia, F., & Suheryanto, S. 2017. Studi Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan Dari Perairan Batam, Kepulauan Riau Study of Heavy Metals Content in Plants From Coast Batam, Riau Islands. Jurnal Dimensi, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.33373/dmvi.6i1.543>
- Kustiawan, U. R., & Pratiwi, R. 2016. Dithizon: Agen k.V4i2.8647 Produk Jamu Pegal Linu Yang Beredar Di Kota Pekanbaru. JOM FMIPA, 2(1), 130–135.
- Marlina, A. (2009). Timbal Dalam Kerang



Hijau (Perna Viridis L). 521–524.

Maulana, A. Y., & Kelua, K. G. (2019). Ekstraksi Ion Logam Cd (li) Menggunakan Adsorben Dari Abu Sekam. li.

Palupi, E. S., Sulistyarti, H., Abdjan, M. I., & Putra, C. A. R. (2020). Studi Aktivitas Ditizon Sebagai Pengompleks Ion Pb²⁺ Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dan Semi Empiris Am1. Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan, 4(2), 423. <https://doi.org/10.24912/jmstki>

Yusuf, B., Yusuf, A., & Nurliana, S. (2014). Analisa Pb ²⁺ Pada Lobster (Panulirus Sp) Dengan Metode Adisi Standar Spektrofotometer Uv-Vis Menggunakan Pengompleks Ditizon. Jurnal Kimia Mulawarman, 11(2), 56–58.