

Analisis Cemaran Logam Berat Dan Aflatoksin Dalam Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai Bahan Baku Obat

Sri Gustini Husein^{*}, Wiwin Winingsih, Dewi Nopiyanti
Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia (STFI), Jl. Soekarno-Hatta No. 354 (Parakan Resik 1), Bandung

*Corresponding author: srigustini@stfi.ac.id

Abstract

Noni plant (Morinda citrifolia L.) is one of the medicinal plants that has the potential and has a variety of properties to cure various types of diseases and the most used part is the fruit. Noni fruit extract needs to be characterized to determine the quality of extract. This study aimed to obtain extracts that meet quality parameters as raw material for drugs through analysis of heavy metal contamination and aflatoxins. Heavy metals are the hazardous substance included arsenic (As), cadmium (Cd), and lead (Pb). Aflatoxins are a group of natural contaminant produced by Aspergillus fungi and have been classified as a carcinogenic agent to humans by IARC. The samples used in this study were samples of Noni fruit from Bandung, Yogyakarta, and Surabaya. The results showed that the highest levels of lead (Pb) contamination was found in sample from Surabaya with a level 1.9631 mg/kg, while the highest cadmium (Cd) contamination was found in sample from Bandung with a level of 0.1171 mg/kg but the levels were still below the maximum limit for Pb 10 mg/kg and Cd 0.3 mg/kg. Arsenic (As) and aflatoxins contamination were not detected in the samples used in this study. It can be concluded that Noni fruit (Morinda citrifolia L.) extracts from the Bandung, Yogyakarta and Surabaya regions meet the quality standards of extracts so that it is safe to be used as raw material for medicine.

Keywords: Noni fruit, *Morinda citrifolia* L., Heavy metals, Aflatoxins.

Abstrak

Tumbuhan mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang berpotensi dan memiliki beragam khasiat untuk menyembuhkan berbagai jenis penyakit. Bagian yang banyak dimanfaatkan dari tanaman mengkudu adalah buahnya. Untuk mengetahui kualitas ekstrak, pada ekstrak buah mengkudu perlu dilakukan karakterisasi. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan ekstrak yang memenuhi parameter mutu sebagai bahan baku obat melalui analisis cemaran logam berat dan aflatoksin. Logam berat merupakan cemaran berbahaya, diantaranya arsen (As), kadmium (Cd), dan timbal (Pb). Aflatoksin merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* dan diklasifikasikan sebagai senyawa karsinogenik oleh IARC. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel buah mengkudu dari Bandung, Yogyakarta, dan Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan kadar cemaran logam berat Pb yang paling besar terdapat dalam sampel dari Surabaya dengan kadar sebesar 1,9631 mg/kg, sedangkan cemaran logam Cd terbesar terdapat dalam sampel dari Bandung dengan kadar sebesar 0,1171 mg/kg namun kadar tersebut masih berada di bawah batas maksimal yaitu logam Pb 10 mg/kg dan logam Cd 0,3 mg/kg. Cemaran logam berat As dan aflatoksin tidak terdeteksi dalam ketiga sampel yang digunakan dalam penelitian ini. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dari daerah Bandung, Yogyakarta, dan Surabaya memenuhi standar mutu ekstrak sehingga aman untuk dijadikan sebagai bahan baku obat.

Kata kunci: Buah mengkudu, *Morinda citrifolia* L., Logam berat, Aflatoksin.

PENDAHULUAN

Masyarakat masa kini cenderung kembali memanfaatkan obat herbal untuk memelihara kesehatan dan mengatasi persoalan yang berkaitan dengan penyakit, terlebih dengan munculnya konsep “*back to nature*”. Obat dari bahan alam dipercaya aman digunakan, mudah didapat, dan mengandung bahan aktif dengan efek samping yang relatif kecil (Tilaar, 2010).

Perkembangan pemanfaatantanaman obat yang tersedia melimpah di Indonesia diperkuat dengan adanya Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2015-2045, yang mencantumkan salah satu prioritas riset nasional adalah Riset Kesehatan dan Obat mengenai teknologi pengembangan tanaman obat dan obattradisional Indonesia.

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang dapat tumbuh di seluruh kepulauan Indonesia dan sering digunakan dalam pengobatan tradisional dengan bagian yang sering digunakan yaitu buahnya, meskipun bagian daun, akar, dan biji juga memiliki manfaat (Kepmenkes RI, 2017).



Gambar 1. Buah mengkudu (*Morindacitrifolia* L.)

Berdasarkan data BPS, pada tahun 2015 luasnya panen mengkudu di Indonesia yaitu 639.614 pohon dengan jumlah produksi 5.637.074 kg buahmengkudu (BPS, 2016).

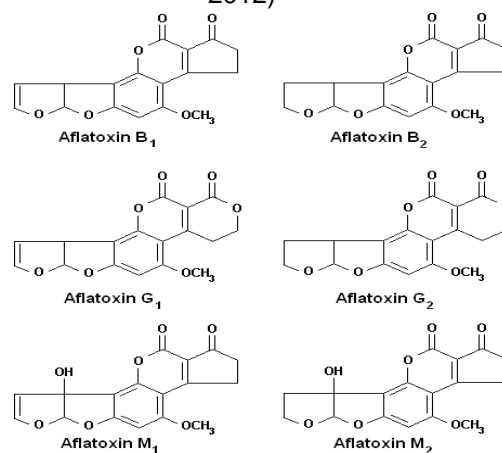
Penelitian mengenai khasiat mengkudu telah banyak dilakukan diantaranya adalah sebagai antelmintik (Murdiati dkk., 2000), antiagregasi platelet (Yulinah dkk., 2008), menurunkan asam lambung (Ayunita, 2017), antibakteri (Sunder dkk., 2011), anti tuberkulosis (Mauliku dkk., 2017), antioksidan, antijamur, antiinflamasi, dan imunomodulator (Sriariyanun dkk., 2017)

Untuk dapat digunakan sebagai obat tradisional, ekstrak buah mengkudu harus memenuhi persyaratan ekstrak yang baik, yaitu aman, bermanfaat, dan terstandarisasi. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui keamanan serta kualitas ekstrak buah mengkudu. Kualitas ekstrak ditentukan melalui dua aspek, yaitu aspekparameter spesifik dan non spesifik.

Aspek parameter spesifik mengacu pada senyawa atau golongan senyawa yang terdapat dalam ekstrak. Sedangkan aspek parameter non spesifik tidak berpengaruh secara langsung terhadap aktivitas farmakologis namun mempengaruhi keamanan konsumen dan stabilitas ekstrak yang dihasilkan serta mengacu pada batasan maksimal material berbahaya yang masih diperbolehkan terkandung dalam ekstrak (Saifudin dkk., 2011), seperti analisis kandungan cemaran logam berat dan aflatoksin.

Golongan logam berat berbahaya telah diinformasikan oleh Badan POM RI pada tahun 2010 yaitu logam berat non esensial seperti As, Cd, dan Pb, logam berat ini disebut logam beracun karena berbahaya bagi kesehatan. Aflatoksin merupakan senyawa metabolit sekunder yang dapat membahayakan kesehatan hewan dan manusia, paparan aflatoksin sulit dihindari karena pertumbuhan jamur penghasil aflatoksin pada pangan tidak mudah dicegah (Sukmawati dkk., 2018).

Gambar 2. Struktur kimia aflatoksin (Aini, 2012)



Analisis kandungan cemaran logam berat dan aflatoksin dalam ekstrak buah mengkudu penting dilakukan untuk menjamin bahwa ekstrak tidak mengandung logam berat tertentu dan aflatoksin melebihi nilai yang ditetapkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel buah mengkudu yang diperoleh dari tiga tempat tumbuh berbeda (Bandung, Yogyakarta, Surabaya); HNO₃ p.a (Merck); H₂O₂ p.a (Merck); HNO₃ 0,1N; NaBH₄ 1%; HCl 5M; dan akuades.

Alat

Toples kaca; spatel; kain flanel; *waterbath*; cawan penguap; neraca analitik (Ohaus); oven (Memert);blender; vial coklat 10 mL; labu ukur 25 mL; mikro pipet; tip mikro pipet; kertas saring Whatman no. 42; *microwave digestion*

(Milestones); seperangkat Spektrofotometer Serapan Atom (Agilent); seperangkat LCMS/MS (QMicro QAA 842); dan alat-alat gelas di laboratorium kimia.

Penyiapan Sampel Simplisia

Buah mengkudu pascapanen, berwarna putih kekuningan merata, dan daging buah masih keras, sebanyak 5 kg dicuci bersih. Buah ditiriskan dan dipotong-potong (dirajang) tipis, lalu dipisahkan daging buah dan bijinya. Daging buah dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C. Proses pengeringan dilakukan sampai potongan buah benar-benar kering, mudah dipatahkan dengan tangan. Daging buah yang kering selanjutnya dibuat serbuk (simplisia) dengan cara dihancurkan menggunakan blender. Setelah itu disimpan dalam wadah kering tertutup rapat dan terlindung dari cahaya matahari.

Ekstraksi

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode perebusan (infusa). Sampel berupa simplisia buah mengkudu ditimbang sebanyak 100 g kemudian dilakukan perebusan dengan penambahan 1500 mL akuades pada suhu 90°C selama 15 menit. Ekstrak cair yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam cawan dan diuapkan dengan *waterbath* pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental.

Penetapan Cemaran Aflatoksin

Dalam pengujian cemaran aflatoksin, digunakan instrumen LC-MS/MS (*Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry*) tipe QMicroQAA 842 dan detektor MS-MS *Waters Quatro Micro*. Larutan sampel sebanyak 5 µL dimasukkan pada kolom LC dengan laju alir 0,2 mL/menit. Sampel tersebut akan diubah menjadi fase gas yang akan terionisasi dalam kondisi vakum. Ion-ion tersebut diakselerasi oleh medan elektrik atau magnetik, yang terukur sebagai rasio massa terhadap muatan (*m/z*). Temperatur kolom yang digunakan adalah 50°C. Pemisahan senyawa kimia terjadi di dalam kolom dengan bantuan pompa menggunakan tekanan 300 Bar. Hasil pemisahan dengan LC dilanjutkan ke MS untuk diidentifikasi komponen senyawa kimia, termasuk aflatoksin.

Penetapan Cemaran Logam Berat

Pembuatan Larutan Standar Pb Dipipet 100, 200, 400, 600, 800, dan 1000 µL larutan baku Pb 10 µg/mL masing-masing ke dalam labu ukur 10,0 mL lalu ditambahkan HNO₃ 0,1 N sampai tanda batas (diproleh larutan standar konsentrasi 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, dan 1,0 µg/mL).

Pembuatan Larutan Standar Cd

Dipipet 100, 200, 400, 600, 800, dan 1000 µL larutan baku Cd 10 µg/mL masing-masing ke dalam labu ukur 10,0 mL lalu ditambahkan HNO₃ 0,1 N sampai tanda batas (diproleh larutan standar konsentrasi 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, dan 1,0 µg/mL).

Pembuatan Larutan Standar As

Dipipet 100, 200, 300, 400, dan 500 µL larutan baku As 100 µg/mL masing-masing ke dalam labu ukur 10,0 mL lalu ditambahkan HNO₃ 0,1 N sampai tandabatas (diproleh larutan standar konsentrasi 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, dan 5,0 µg/mL).

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan mengukur berbagai konsentrasi larutan standar logam-logam yang akan dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang optimal sesuai dengan larutan standar yang diukur. Nilai absorbansi dan konsentrasi diplotkan dalam sebuah kurva regresi linier, kemudian ditentukan persamaan garisnya. Linieritas yang baik ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi ≥ 0.98 .

Pengukuran Kadar Cemaran Logam Berat dalam Sampel

Sampel ditimbang ± 500 mg di dalam vessel, ditambahkan 8,0 mL HNO₃ p.a. dan 2,0 mL H₂O₂ p.a., kemudian didestruksi dengan *microwave digestion* selama 85 menit pada suhu 270°C. Hasil destruksi didinginkan kemudian disaring dengan kertas saring Whatman no. 42 ke dalam labu ukur 10,0 mL, ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan. Larutan sampel tersebut kemudian diukur dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Maksimal cemaran logam Pb dalam ekstrak tidak melebihi 10 mg/kg, logam Cd tidak melebihi 0,3 mg/kg, dan tidak boleh mengandung logam As (Saifudin dkk., 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak Buah Mengkudu

Proses ekstraksi sampel berupa serbuk simplisia buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dilakukan dengan metode infusa dimana digunakan akuades pada suhu 90°C sebagai pelarut yang berfungsi untuk menarik komponen buah mengkudu dari matriksnya. Pelarut akuades digunakan karena sifatnya yang universal dalam menarik metabolit atau komponen tumbuhan dan tidak toksik sehingga ekstrak yang dihasilkan aman digunakan sebagai bahan baku obat. Banyaknya persentase rendemen ekstrak ditunjukkan pada

tabel 1. Rendemen ekstrak ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil rendemen ekstrak buah mengkudu

Sampel	W ₀ (g)	W ₁ (g)	Rendemen (%)
Bandung	100	30,96	30,96
Yogyakarta	100	28,66	28,66
Surabaya	100	23,24	23,24

Berdasarkan tabel 1, sampel yang memiliki rendemen ekstrak terbesar adalah sampel buah mengkudu yang berasal dari Bandung yaitu sebesar 30,96% hal ini menunjukkan bahwa buah mengkudu yang berasal dari Bandung memiliki kadar metabolit yang lebih tinggi dibanding dengan sampel buah mengkudu yang berasal dari Yogyakarta dan Surabaya, Jawa Timur.

Cemaran Aflatoksin

Pengujian cemaran aflatoksin dalam ekstrak buah mengkudu (*Morindacitrifolia* L.) dilakukan di PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor dengan metode LCMS/MS dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis cemaran aflatoksin

Sampel	Parameter	Hasil
Bandung	AfB ₁	-
	AfG ₁	-
	AfB ₂	-
	(AfG ₂	-
Yogyakarta	AfB ₁	-
	AfG ₁	-
	AfB ₂	-
	AfG ₂	-
Surabaya	AfB ₁	-
	AfG ₁	-
	AfB ₂	-
	AfG ₂	-

Sampel ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) yang berasal dari tiga daerah berbeda yaitu dari daerah Bandung, Yogyakarta, dan Surabaya ketiganya terbukti tidak tercemar oleh empat senyawa utama aflatoksin (AfB₁, AfG₁, AfB₂, AfG₂), sehingga aman untuk dijadikan sebagai bahan baku obat. Analisis cemaran aflatoksin dalam penelitian ini, menggunakan alat *Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry* (LC-MS/MS) yang dilakukan di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor. Hal ini karena sulitnya

memperoleh standar aflatoksin sehingga dilakukan pengiriman sampel ke PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor.

Hasil analisis cemaran aflatoksin dilakukan dengan membandingkan spektrum data standar aflatoksin dan sampel ekstrak buah mengkudu. LC-MS/MS merupakan satu-satunya teknik kromatografi cair dengan detektor spektrometer massa sehingga hasil yang diperoleh lebih spesifik.

Cemaran aflatoksin disebabkan oleh adanya jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*, cemaran ini dapat terjadi ketika tanaman tumbuh di lahan tempat tumbuh yang terinfeksi oleh strain tertentu jamur tersebut. Kondisi penyimpanan sampel juga dapat menjadi salah satu faktor pemicu kontaminasi aflatoksin, misalnya sampel yang disimpan dalam wadah kedap udara sehingga terbentuk lingkungan dengan kandungan oksigen rendah dan dapat menyebabkan jamur memproduksi aflatoksin. Kandungan aflatoksin yang tidak terdeteksi dalam sampel ekstrak buah mengkudu kemungkinan disebabkan oleh aktivitas buah mengkudu itu sendiri yang berfungsi sebagai antibakteri dan antifungi sehingga mikroorganisme, khususnya jamur penghasil aflatoksin tidak menginfeksi buah mengkudu yang dijadikan sampel dalam penelitian ini.

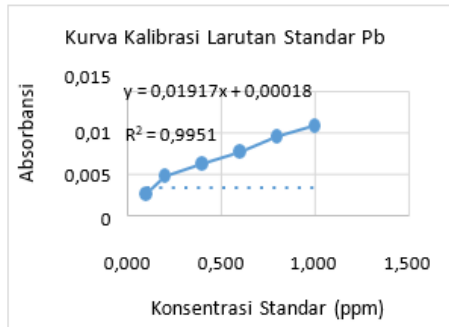
Cemaran Logam Berat

Cemaran logam berat Pb, Cd, dan As dalam sampel ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

a. Kurva Kalibrasi Standar Pb

Kurva kalibrasi dari standar logam Pb diperoleh dari hubungan linier antara konsentrasi larutan standar (x) dan absorbansi (y) pada rentang enam konsentrasi standar. Kurva kalibrasi larutan Pb ditunjukkan pada Gambar.3 di bawah ini.

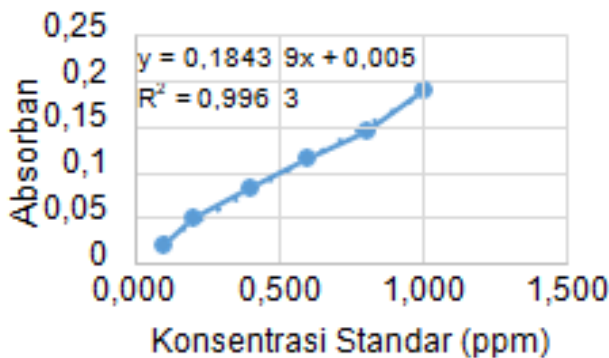
Berdasarkan gambar 3 diperoleh persamaan regresi $y = 0,01917x + 0,00018$ dengan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9951 dan telah memenuhi syarat kelinieran ($\geq 0,98$). Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang linier antara konsentrasi dan absorbansi.



Gambar 3. Kurva kalibrasi larutan standar Pb

a. Kurva Kalibrasi Standar Cd

Kurva kalibrasi dari standar logam Cd diperoleh dari hubungan linier antara konsentrasi larutan standar (x) dan absorbansi (y) pada rentang enam konsentrasi standar.

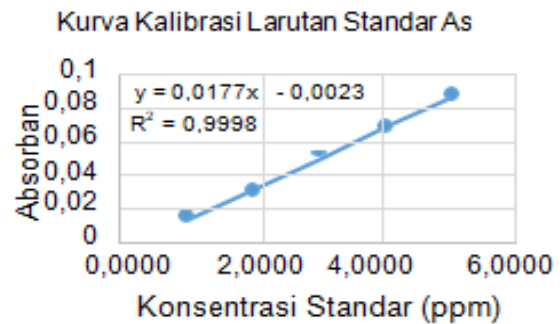


Gambar 4. Kurva kalibrasi larutan standar Cd

Berdasarkan gambar 4 diperoleh persamaan regresi $y = 0,18439x + 0,005$ dengan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9963 dan telah Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cd memenuhi syarat kelinieran ($\geq 0,98$). Ini menunjukkan adanya hubungan yang linier antara konsentrasi dan absorbansi.

b. Kurva Kalibrasi Standar As

Kurva kalibrasi dari standar logam As diperoleh dari hubungan linier antara konsentrasi larutan standar (x) dan absorbansi (y) pada rentang lima konsentrasi standar. Berdasarkan gambar 5 diperoleh persamaan regresi $y = 0,0177x - 0,0023$ dengan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9998 dan telah memenuhi syarat kelinieran ($\geq 0,98$). Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang linier antara konsentrasi dan absorbansi..



Gambar 5. Kurva kalibrasi larutan standar As

c. Kadar Cemar Logam Berat dalam Sampel
 Penentuan konsentrasi cemaran logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsen (As) menggunakan SSA dalam sampel ekstrak buah mengkudu yang tumbuh di tiga daerah berbeda ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kadar cemaran logam berat

Sampel	Logam Pb (mg/kg)	Logam Cd (mg/kg)	Logam As (mg/kg)
Bandung	1,1462	0,1171	0
Yogyakarta	0,4304	0,0320	0
Surabaya	1,9631	0,0744	0

Dari tabel 3 terlihat perbedaan kadar kandungan cemaran logam berat Pb dan Cd dalam ekstrak buah mengkudu dari tiga tempat tumbuh yang berbeda. Kadar cemaran logam berat Pb yang paling besar terdapat dalam sampel dari Surabaya dengan kadar sebesar 1,9631 mg/kg, cemaran logam Cd terbesar terdapat dalam sampel dari Bandung dengan kadar sebesar 0,1171 mg/kg, namun kadar tersebut masih berada di bawah batas maksimal dimana kandungan cemaran logam berat timbal (Pb) maksimum yang diperbolehkan oleh Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (Dirjen POM) dalam Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat yaitu sebesar 10 mg/kg dan kandungan cemaran logam berat kadmium (Cd) sebesar 0,3 mg/kg. Cemaran logam berat arsen (As) dalam seluruh sampel tidak terdeteksi, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh sampel bebas kandungan logam berat arsen

(As), hal ini sesuai dengan persyaratan Dirjen POM bahwa kandungan arsen dalam ekstrak harus negatif dengan kata lain tidak boleh sama sekali mengandung cemaran logam arsen.

Analisis kandungan cemaran logam berat dalam buah telah dilakukan oleh Wisnawa dkk. (2016) yang menguji cemaran logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam buah stroberi dan juga tanah tempat tumbuhnya dari tiga lokasi berbeda di daerah Bedugul, Bali, dengan hasil yang menunjukkan bahwa buah stroberi dan tanah tempat tumbuhnya tercemar oleh logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dengan konsentrasi yang tidak melebihi batas maksimal, namun tetap membahayakan karena dapat terakumulasi dalam tubuh apabila dikonsumsi secara terus-menerus.

Hal ini membuktikan bahwa buah dapat mengakumulasi logam berat dan pentingnya analisis kandungan cemaran logam berat dalam ekstrak buah mengkudu yang selanjutnya akan dijadikan sebagai bahan baku obat.

Keberadaan logam berat di lingkungan berasal dari alam, tersebar dalam batu-batuan, bijih tambang, tanah, udara, dan air dengan kadar yang relatif kecil. Peningkatan aktivitas manusia dapat merubah siklus dari logam-logam berat, termasuk unsur non-essensial seperti As, Cd, dan Pb. Dalam bidang pertanian, pemberian pupuk dan pestisida pada tanaman dapat memberikan kontribusi meningkatnya jumlah logam berat dalam tanah, logam tersebut dapat diserap oleh tanaman dalam bentuk ion dari dalam tanah melalui akarnya dan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman, termasuk buah.

Pengendalian pencemaran lingkungan penting dilakukan untuk menjamin mutu produk-produk pangan sehingga aman dikonsumsi. Adanya logam berat dalam tanah dapat menurunkan produktivitas pangan dan dapat membahayakan kesehatan melalui konsumsi pangan yang dihasilkan daritanah yang tercemar logam berat.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini, diperoleh data bahwa sampel ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dari tiga daerah berbeda mengandung cemaran logam berat dengan kadar cemaran logam berat Pb yang paling besar terdapat dalam sampel dari Surabaya dengan kadar sebesar 1,9631 mg/kg, sedangkan cemaran logam Cd terbesar terdapat dalam sampel dari Bandung dengan kadar sebesar 0,1171 mg/kg namun kadar tersebut

masih berada di bawah batas maksimal yaitu logam Pb 10 mg/kg dan logam Cd 0,3 mg/kg.

Sedangkan untuk cemaran logam berat As dan juga aflatoxin tidak terdeteksi dalam ketiga sampel yang digunakan dalam penelitian ini. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dari daerah Bandung, Yogyakarta, dan Surabaya memenuhi standar mutu ekstrak dalam parameter cemaran logam berat dan aflatoxin sehingga aman untuk dijadikan sebagai bahan baku obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. 2012. "Aflatoksin: Cemaran dan Metode Analisisnya dalam Makanan." *Jurnal Kefarmasian Indonesia* 2(2): 54-61.
- Arifiyana, D. dan Fernanda, H. F. 2018. "Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Kosmetik Pensil Alis Menggunakan SSA." *Journal of Research and Technology* Vol. 4No.1.
- Ayunita R. dan Apridamayanti P. 2017. "Pengaruh Pemberian Seduhan Serbuk Kombinasi Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe vera* L. Burm. F) Peroral terhadap Nilai Asam Lambung Tikus Wistar yang Diinduksi Aspirin." *Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi IKIP PGRI Pontianak*.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. 2010. *Mengenal Logam Beracun*. Jakarta: Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Tanaman Biofarmaka Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Budyanto, F. 2011. "Arsenik dan Senyawa Arsenik: Sumber, Toksisitas, dan Sifat di Alam." *Jurnal Oseanografi, LIPI* 36(4): 23-30.
- Departemen Kesehatan RI. 2014. *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Endrinaldi. 2010. "Logam-logam Berat Pencemar Lingkungan dan Efek Terhadap Manusia." *Jurnal Kesehatan Masyarakat* Vol. 4 No.1.
- Kementerian Kesehatan RI. 2011. *100 Top Tanaman Obat Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI-Balai Besar Litbang Tanaman Obat dan Obat Tradisional.
- Gandjar I. G. dan Rohman A. 2012. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gusnita, D. 2012. "Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya

- Penghapusan Bensin Bertimbal.” *Jurnal Bidang Komposisi Atmosfer, LAPAN* 13(3): 95-101.
- Mauliku, N.E., Hendro, W., Saputro, S.H., dan Kristina, T.N. 2017. “Tubercular Activity of Extract and Coumpounds of Noni (*Morinda citrifolia L.*)” *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 9(12): 105-109.
- Nur, F. 2013. “Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd).” *Jurnal Sains dan Teknologi* 1(1): 74-83

