

**PENGARUH TEMPAT TUMBUH TERHADAP KADAR LOGAM BERAT
TIMBAL (Pb), CADMIUM (Cd) dan TEMBAGA (Cu) EKSTRAK RIMPANG JAHE
EMPRIT (*Zingiber officinale* Var. *amarum*) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI
SERAPAN ATOM**

Maria Mita Susanti^{*}, Dita Dwi Ariyanti, Silvi Ardianti, Wieke Febriawan Citra Mahanani

Prodi D3 Farmasi Politeknik Katolik Mangunwijaya

Jl. Gajah Mada no 91, Semarang.

^{*}Email: mythavia84@gmail.com

Abstrak

*Rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Var. *amarum*) merupakan bahan baku obat tradisional yang memiliki frekuensi penggunaan dengan persentasi 9,65% terbesar dibanding rempah lainnya. Rimpang jahe emprit digunakan dalam formulasi obat baik dalam bentuk segar maupun instan sebagai antiseptik, ekspektoran, spasmolitik dan antiasma karena jahe emprit mengandung senyawa monoterpenoid dan minyak atsiri sebesar 3,5%. Lokasi tempat tumbuh memberikan peran besarnya cemaran yang terdapat dalam rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Var. *amarum*). Cemaran logam berat merupakan persyaratan mutu yang perlu diperhatikan dalam pembuatan obat tradisional salah satu logam yang mencemari rimpang yaitu logam timbal (Pb), Cadmium (Cd) dan Tembaga (Cu). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh tempat tumbuh terhadap perbedaan kadar logam berat Timbal (Pb) ekstrak rimpang jahe emprit dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksploratif, dengan variable bebas adalah tempat tumbuh dan variable terikat adalah kadar logam Pb, Cd dan Cu. Analisa data diolah menggunakan uji Anova untuk mengetahui pengaruh tempat tumbuh terhadap kadar logam Pb, Cd dan Cu. Hasil menunjukkan bahwa tempat tumbuh berpengaruh terhadap kadar logam berat Cd dan Cu dengan nilai ($p < 0,05$), tetapi tidak berpengaruh terhadap logam Pb ($p > 0,05$) pada ekstrak rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Var. *amarum*)*

Kata kunci: *jahe emprit, logam Cd, logam Cu, logam Cd, tempat tumbuh*

Abstract

*Emprit ginger rhizome (*Zingiber officinale* Var. *amarum*) is a raw material for traditional medicine which has a frequency of use with the largest percentage of 9.65% compared to other spices. Emprit ginger rhizome is used in medicinal formulations both in fresh and instant form as antiseptic, expectorant, spasmolytic and anti-asthmatic because emprit ginger contains monoterpenoid compounds and 3.5% essential oils. The location where it grows gives a big role in the contamination contained in the rhizome of ginger emprit (*Zingiber officinale* Var. *amarum*). Heavy metal contamination is a quality requirement that needs to be considered in the manufacture of traditional medicine. One of the metals that contaminate the rhizome is lead (Pb), Cadmium (Cd) and Copper (Cu). The purpose of this study was to determine the effect of growing sites on differences in heavy metal levels of Lead (Pb) extract of emprit ginger rhizome using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The type of research used is exploratory research, with the independent variable is the place of growth and the dependent variable is the metal content of Pb, Cd and Cu. Analysis of the data was processed using the Anova test to determine the effect of the growing place on the metal content of Pb, Cd and Cu. The results showed that the place of growth affected the levels of heavy metals Cd and Cu with a value of ($p < 0.05$), but had no effect on Pb ($p > 0.05$) in the extract of emprit ginger rhizome (*Zingiber officinale* Var. *amarum*).*

Keyword : *emprit ginger, Cd metal, Cu metal, Cd metal, growing place*

1. PENDAHULUAN

Rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Var. *amarum*) merupakan bahan baku obat tradisional di kalangan masyarakat yang memiliki frekuensi penggunaan dengan persentasi 9,65% terbesar dibanding rempah

lainnya (Taufikurrahman, 2016). Rimpang jahe emprit sering digunakan dalam formulasi obat baik dalam bentuk segar maupun instan sebagai antiseptik, ekspektoran, spasmolitik dan antiasma karena jahe emprit mengandung senyawa monoterpenoid dan minyak atsiri

sebesar 3,5% (Nursal dkk., 2006). Rimpang jahe emprit secara optimal tumbuh dengan baik pada ketinggian 300- 900 mdpl (Evizal, 2013). Lokasi yang sesuai dengan parameter tumbuh tanaman rimpang jahe emprit adalah dataran rendah Desa Pagersari, Kecamatan Weleri dan dataran tinggi Desa Trayu, Kecamatan Sumowono.

Berdasarkan survei yang dilakukan tempat tumbuh rimpang jahe emprit dataran rendah yang akan digunakan dalam penelitian ditanam berdekatan dengan jalan tol, bantaran sungai dan industri sehingga memungkinkan terjadi penambahan sumber pencemar dari asap kendaraan bermotor dan limbah pabrik yang mengandung logam berat, sedangkan jahe emprit yang tumbuh didataran tinggi berdekatan dengan jalan raya dan lahan pertanian warga sekitar sehingga dimungkinkan adanya cemaran logam berat yang berasal dari pupuk sehingga menyebabkan pH tanah tinggi dan tanaman menyerap logam berat dari asap kendaraan yang telah terakumulasi didalam tanah, logam berat akan larut apabila pH tanah tinggi (Supriadi dkk, 2016). Lokasi tersebut dipilih karena terdapat perbedaan faktor penyebab pencemaran logam berat. Menurut Purwiyanto (2013) perbedaan akumulasi logam berat pada berbagai jenis mangrove selain disebabkan oleh perbedaan posisi tempat tumbuh.

Cemaran logam berat merupakan persyaratan mutu yang perlu diperhatikan dalam pembuatan obat tradisional, logam yang dapat membahayakan kesehatan yaitu logam timbal (Pb), Cadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) (Eka Putri, 2015). Menurut peraturan BPOM No.12 tahun 2014 tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional, batas maksimum cemaran logam berat Pb dan Cu pada simplisia ≤ 10 mg/kg, sedangkan logam Cd adalah $\leq 0,3$ mg/kg.

Dampak yang ditimbulkan jika terpapar logam berat Pb, Cd dan Cu pada tubuh akan mengakibatkan keracunan kronis dan kelemahan. Berdasarkan latar belakang, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh tempat tumbuh terhadap perbedaan kadar logam berat Timbal (Pb) ekstrak rimpang jahe emprit dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh tempat tumbuh terhadap perbedaan kadar logam berat Timbal (Pb) ekstrak rimpang jahe emprit dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat gelas (Pyrex), pisau, waterbath (Memmert), oven (Memmert), pipet, blender, ayakan, hot plate (Cimarec), neraca analitik (Precisa), batang pengaduk dan seperangkat alat spektrofotometri serapan atom. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang jahe emprit, aquadestilata, etanol 96%, larutan standar timbal, HNO_3 p.a. Merck.

2.2. Pembuatan Ekstrak Jahe Emprit

Sebanyak 50g serbuk simplisia dimasukkan dalam wadah tertutup rapat tambahkan 250 mL etanol 96% kemudian ditutup, dan dibiarkan selama 24 jam, dilakukan pengadukan setiap 6 jam selama 5 menit (Widhiana Putra, 2020). Ekstrak yang dihasilkan lalu di tuang, disaring menggunakan kertas whatman-1 lalu. Ampas hasil ekstrak ditambah etanol 96%, sebanyak 250 mL lalu diremaserasi ulang selama 24 jam dan dilakukan pengadukan kembali setiap 6 jam selama 5 menit, hasil remaserasi disatukan, diamkan selama 24 jam. Maserat dikumpulkan selanjutnya dilakukan penguapan suhu 40°C dengan waterbath, sehingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental jahe emprit selanjutnya dilakukan uji organoleptis yang meliputi warna, bentuk dan bau, kemudian dilakukan perhitungan rendemen ekstrak dan uji susut pengeringan (Rahmadani, 2015).

2.3. Destruksi Basah

Sampel ekstrak jahe emprit ditimbang 1 g dimasukkan dalam beakerglass kemudian ditambahkan dengan 10 mL HNO_3 p, dan aquadest 10 mL kemudian dipanaskan dengan hot plate. Proses destruksi dilakukan dengan pemanasan pada suhu 100°C hingga timbul asap putih dan larutan sampel berwarna jernih. Setelah destruksi selesai, larutan didinginkan pada suhu ruang kemudian disaring menggunakan kertas whatman-42 dan dimasukkan dalam labu ukur 25mL dan diencerkan dengan aquadest ad 20 mL (Rusnawati dan Alimuddin. 2018).

2.4. Pembuatan Larutan Baku Pb

Larutan Pb 50 ppm dibuat dengan cara dipipet 5,0 mL dari larutan induk timbal 1000 ppm, dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL, lalu ditambahkan HNO_3 0,5 M sampai tanda batas labu ukur.

2.5. Pembuatan Larutan Standar Pb

Larutan standar Pb 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm dibuat dengan cara mengambil 1mL, 5mL, 10mL, 15mL, 20mL larutan baku standar 50 ppm dan dimasukkan dalam labu ukur 50mL lalu diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas (BPOM, 2014).

2.6. Analisis Kadar Pb

Penentuan kadar Pb dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang 283,31 nm, (Khopkar, 1990). Selanjutnya hidupkan flame pada alat SSA.

2.7. Pembuatan Larutan Baku Cd

Pembuatan Larutan Baku Cd 10, yaitu dengan cara dipipet 1,0 mL larutan baku induk 1000 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditambahkan HNO₃ 0,5M sampai tanda batas labu ukur.

2.8. Pembuatan Larutan Standar Cd

Larutan standar kadmium 0,05 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,5 ppm, 1,0 ppm, 1,5 ppm, 2,0 ppm dibuat dengan cara diambil 0,2 mL, 0,5 mL, 1 mL, 2,5 mL, 5 mL, 7,5 mL, 10 mL dimasukkan ke dalam masing-masing labu ukur 50 mL. Diencerkan menggunakan HNO₃ 0,5M sampai tanda batas, kemudian dibaca absorbansi larutan baku menggunakan spektrofotometer serapan atom dengan λ sebesar 228,8 nm

2.9. Analisis kadar Cd

Penentuan kadar Cd dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang pada 228,8 nm (Khopkar, 1990). Selanjutnya hidupkan flame pada alat SSA.

2.10. Pembuatan Larutan Baku Cu

Pembuatan larutan baku Cu 10 ppm dibuat dengan cara memindahkan 1 mL larutan baku 1000 ppm kedalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas.

2.11. Pembuatan Larutan Standar Cu

Larutan standar Cu 0,2 ppm, 4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm, dan 1,0 ppm dibuat dengan cara memindahkan 1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL dan 5 mL larutan baku 10 ppm dan dimasukan kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

2.12. Analisis Kadar Cu

Penentuan kadar Cu dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang sebesar 324,7 nm. Selanjutnya hidupkan flame pada alat SSA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Ekstrak Jahe Emprit

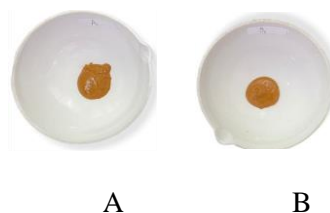
Hasil pengujian serbuk jahe emprit dapat dilihat pada Tabel I

Tabel 1. Kontrol Kualitas Ekstrak Jahe Emprit

Parameter	Hasil	
	Dataran Tinggi	Dataran Rendah
Organoleptis		
a) Bentuk	Kental	Kental
b) Bau	Khas jahe	Khas jahe
c) Warna	Coklat muda	Coklat muda
Susut Pengerinan (%)	28,96	29,50
Remdemen (%)	14,35	14,29

Berdasarkan hasil organoleptis hasil ekstrak kedua sampel memiliki hasil yang serupa yaitu berbentuk kental, berbau khas jahe dan berwarna coklat muda. Uji susut pengeringan menunjukkan bahwa ekstrak yang dihasilkan masuk dalam batas standar Farmakope Herbal Indonesia, yaitu rentang 5-30% (Anonim, 2017) demikian juga hasil rendemen ekstrak jahe emprit menunjukkan bahwa ekstrak jahe emprit dari kedua lokasi tempat tumbuh tersebut memenuhi syarat persen rendemen yang baik yaitu lebih dari 10% (Depkes RI, 2020).

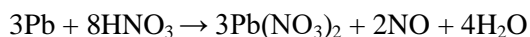
Perhitungan rendemen ekstrak dilakukan untuk menentukan perbandingan jumlah ekstrak yang diperoleh dari suatu bahan terhadap berat awal simplisia serta dan mengetahui banyaknya senyawa aktif yang terkandung dalam bahan yang terekstraksi (Novi dkk, 2020). Ekstrak Kental Jahe emprit dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Ekstrak Jahe Emprit A). Dataran tinggi B). Dataran rendah

3.2 Proses Destruksi

Proses destruksi menggunakan HNO₃ sebagai pengoksidasi karena HNO₃ merupakan pelarut logam yang baik, Pb teroksidasi oleh HNO₃ sehingga menjadi larut (Rusnawati, 2018). Reaksi kimia yang terjadi saat penambahan HNO₃ adalah sebagai berikut



Destruksi basah berjalan sempurna jika larutan yang diperoleh telah berwarna jernih yang menunjukkan bahwa semua konstituen telah larut dengan sempurna atau pemutusan senyawa organik telah sempurna (Endarini, 2021).

3.3 Pengaruh Tempat Tumbuh Terhadap Logam Berat Pb, Cd dan Cu

Hasil analisa logam berat Pb, Cd dan Cu disajikan pada Tabel II

Tabel II. Analisa Kadar Logam Berat

Logam	Kadar (mg/kg) ± SD		Nilai p
	A	B	
Pb	7,810 ± 0,801	10,320 ± 0,863	0,063
Cd	0,981 ± 0,175	1,237 ± 0,142	0,014
Cu	5,787±0,124	8,733±0,004	0,027

Keterangan :

A : ekstrak jahe emprit dataran tinggi

B : ekstrak jahe emprit dataran rendah

Berdasarkan tabel II menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat tertinggi yang terdapat didalam ekstrak jahe emprit adalah kandungan logam berat Pb yaitu sebesar 10,320 mg/kg. Hasil kadar tertinggi Pb berasal dari jahe emprit yang ditanam di dataran rendah. Kadar logam berat yang terendah yaitu logam Cd sebesar 0,0981 mg/kg yang berasal dari dataran tinggi.

Berdasarkan analisa bahwa tempat tumbuh berpengaruh terhadap logam Cd dan Cu (p<0,05) tetapi tidak berpegaruh terhadap logam Pb dengan nilai (p>0,05). Tingginya logam Pb pada daerah dataran tinggi dipengaruhi oleh lokasi yang merupakan padat penduduk. Menurut penelitian Ardila (2014) konsentrasi Pb yang tinggi diudara dipengaruhi oleh semakin besarnya suatu kota maka semakin tinggi konsentrasi timbal di udara sehingga semakin tinggi pula pencemaran udaranya. Kontribusi pencemaran udara

terbesar berasal dari gas buangan kendaraan bermotor, industri dan kegiatan rumah tangga, sedangkan penyumbang polusi udara timbal terbesar diudara adalah sektor transportasi, yang diakibatkan oleh penggunaan timbal sebagai zat aktif untuk meningkatkan bilangan oktan pada bahan bakar bensin.

Timbal yang terkandung dalam bensin ini sangat berbahaya. Menurut *Environtment Polition Agency*, sekitar 25% logam berat timbal tetap berada dalam mesin dan 75% lainnya akan mencemari udara sebagai asap kenalpot. Emisi timbal dari gas buangan tetap akan menimbulkan pencemaran udara dimanapun kendaraan itu berada, sebanyak 10% akan mencemari lokasi dalam radius 100 m, 5% mencemari radius 20km dan 35% lainnya terbawa atmosfer dalam jarak yang cukup jauh (Purwoko dkk, 2017).

Kendaraan bermotor dapat menjadi sumber cemaran logam berat karena didalam bensin sering ditambahkan cairan antiletupan dengan zat aktif yang terdiri dari senyawa timbal organik, yaitu Ethyl Lead (TEL) dan Tetra Methyl (TML) dengan rumusan kimia masing-masing Pb (C₂H₅) dan Pb (CH₃)₄ yang ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan bilangan oktan dan mencegah terjadinya letupan, sekitar 75% timbal dalam bensin diemisikan dalam bentuk partikal, sedangkan 25% lainnya akan tetap berada dalam saringan asap kendaraan. (Purwoko dkk, 2017).

Hasil kadar logam berat pada dataran tinggi meunjukkan hasil yang lebih rendah baik logam Pb, Cd maupun Cu. Gambaran lokasi pertumbuhan rimpang jahe emprit dataran tinggi Sebagian besar merupakan lahan pertanian warga sekitar. Peningkatan produksi panen dapat dilakukan dengan cara penambahan unsur hara pada lahan pertanian. Unsur hara dapat diperoleh dengan cara pemupukan, pemupukan merupakan suatu usaha penambahan unsur hara dalam tanah yang dapat meningkatkan kesuburan dan produksi tanaman. Pupuk yang diberikan pada rimpang jahe emprit terdiri dari pupuk kandang, pupuk urea dan KCl, TSP, NPK setelah jahe berumur 6 – 8 minggu perlu diberikan pupuk kompos susulan sekitar 15- 20 ton/ha.

Penelitian yang dilakukan oleh Parmiko dkk (2014) menyatakan bahwa pupuk jenis NPK dan TSP mengandung logam berat Cu sebesar 29,3413 mg/kg, sehingga pemakaian pupuk tersebut harus dilakukan dengan cara

yang tepat sedangkan penggunaan pupuk Fosfat (P) dinyatakan juga dapat meningkatkan keberadaan kadmium dalam tanah. Menurut penelitian Hamid (2020) pupuk kompos 1,1 – 27ppm dan pupuk kimia 7 – 225ppm (Alloway, 1995 dalam Hamid 2020) dan rata-rata Pb alami dalam tanah menurut sebesar 5-156mg/kg, pengaruh penambahan pupuk terhadap tanah menciptakan suatu kadar zat hara yang tinggi.

Tanaman dapat menyerap logam pada saat kesuburan tanah dan kandungan bahan organik tanah tinggi. Keadaan ini dapat menyebabkan logam Pb akan terlepas dari ikatan tanah dan bergerak bebas dalam bentuk ion. Jika logam ini tidak mampu dihambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman. Faktor lain yang mempengaruhi akumulasi logam berat pada tanaman yaitu jangka waktu kontak tanaman dengan logam berat, jenis logam, spesies tanaman, komposisi tanah, kondisi geografi, mobilitas ion logam ke zona perakaran dan pergerakan logam berat dalam jaringan tanaman (Aryawan, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa tempat tumbuh berpengaruh terhadap kadar logam berat Cd dan Cu dengan nilai ($p < 0,05$), tetapi tidak berpengaruh terhadap logam Pb ($p > 0,05$) pada ekstrak rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Var. *amarum*)

DAFTAR PUSTAKA

Alloway, B.J., (1995), *The Origin of Heavy Metals in Soils*. Black Academic & Professional. Glasgow

Anonim., (2017), *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta

Anonim., (2000), *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat, Cetakan Pertama*, Dikjen POM, Direktorat Pengawasan Obat Tradisional.

Ardila Mirjani, Thamzil L., dkk., (2014), *Kadar Unsur Timbal pada Tanaman Kangkung di Tiga Derah Kecamatan Cilandak, Jakarta Selatan*. Jakarta

Aryawan, R., 2017, Kandungan Logam Pb dan Cu Total dalam Air, Ikan dan Sedimen di Kawasan Pantai Serangan serta Bioavailabilitasnya, *Jurnal kimia*, 11 (1): 56-63.

Badan Pengawasan Obat dan Makanan

Republik Indonesia., (2014), *Persyaratan Mutu Obat Tradisional*. Jakarta

Badan Pusat Statistik., (2020), *Luas Wilayah dan Penggunaan Lahan Kabupaten Semarang*. Semarang

Eka Putri, W., dkk., (2015), *Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Sayuran Selada Dan Kol Yang Dijual Di Pasar Kampung Lalang Medan Berdasarkan Jarak Lokasi Berdagang Dengan Jalan Raya Tahun 2015*. Medan

Evizal, R., (2013), *Tanaman Rempah dan Fitofarmaka*. Lampung

Enderini, L.H., dkk., (2021), Perbandingan Destruksi Basah Dan Kering Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Pada Analisis Timbal Dalam Rambut Petugas Operator Spbu Secara AAS, *Jurnal Analisis Kesehatan Sains* Volume 10 Nomor 2, Desember 2021

Fahtoni, A.Z., (2018), Analisis Kadar Timbal (Pb) Dalam Selada (*Lactuca Sativa* L.) Menggunakan Metode Destruksi Microwave Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA), *Skripsi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.

Hanwar. D., dkk., (2017), Validasi Penetapan Kadar Cemar Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Ekstrak Metanol Dan Sediaan Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Dengan Spektrometri Serapan Atom, *Jkpk (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, Vol. 2, No. 3, Desember 2017

Hamid Ardiansyah, Sofyan H., dkk., (2020), *Analisis Kandungan Logam Timbal dan Cadmium pada Tanah Perkebunan Dan Tanaman Jambu Biji di Desa Perawangan Barat Kabupaten Siak*. Riau

Khopkar, S. M., (1990.), *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press

Novi Fajar U., dkk., (2020), *Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi Pada Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Iler (Plectranthus scutellarioides)*. Bogor

Nursal, dkk., (2006), *Bioaktivitas Ekstrak Jahe (Zingiber Officinale Roxb.) Koloni Bakteri Escherichia coli dan Bacillus subtilis*. Riau

Purwoko., dkk., (2017), Pengaruh Lokasi Dan Waktu Pengukuran Sumber Bergerak (Kendaraan) Dengan Kandungan Timbal (Pb) Pada Udara Underpass Di Simpang Lima Mandai Kota Makassar, *Jurnal*

- Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat, Vol. 17 No.II 2017
- Parmiko, I.P.M., dkk., (2014), ____Kandungan Logam Cu Dan Zn Dalam Tanah Dan Pupuk Serta Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Pertanian Di Daerah Bedugul, *JURNAL KIMIA* 8 (1), Januari 2014: 91-96.
- Puwiyanto, A. I. S., (2013), Daya Serap Akar dan Daun Mangrove Terhadap Logam Tembaga (Cu) di Tanjung Api-Api. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.
- Rahmadani, S., dkk., (2015), *Optimasi Ekstraksi Jahe Merah (Zingiber Officinale Roscoe) Dengan Metode Maserasi*. Bogor
- Rusnawati., dkk., (2018), Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering terhadap Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanaman Rumput Bebek (*Lemna minor*). Prosiding Seminar Nasional Kimia. *Kimia FMIPA Universitas Mulawarman*. 73-76
- Supriadi H., dkk., (2016) *Korelasi Antara Ketinggian Tempat, Sifat Kimia Tanah, dan Mutu Fisik Biji Kopi di Dataran Tinggi Garut*. Garut
- Taufikurrahman., (2016), *Penentuan Kadar Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Dalam Tanaman Rimpang Menggunakan Metode Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom*. Malang
- Widhiana Putra, I. K., dkk., (2020), *Pengaruh Perbandingan Bahan dengan Pelarut dan Waktu Maserasi terhadap Ekstrak Kulit Biji Kakao (Theobroma cacao L.) sebagai Sumber Antioksidan*. Bandung
<https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i02.p02>