

## ANALISIS KADAR PB DAN CD PADA RIMPANG JAHE EMPRIT (*ZINGIBER OFFICINALE* VAR. *AMARUM*)

IAK Pramushinta<sup>1\*</sup>, Ira Purbosari<sup>2</sup>, Nadya Ambarwati<sup>3</sup>, Rahmadiyah Wulandari Sambada<sup>4</sup>

Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya<sup>1,2,3,4</sup>

\*Corresponding Author : lak.pramushinta@unipasby.ac.id

### ABSTRAK

Jahe emprit banyak digunakan sebagai bahan baku obat-obatan karena kandungan gizinya yang tinggi. Akibatnya, banyak dibudidayakan secara luas oleh masyarakat. Lingkungan pertumbuhan jahe emprit bervariasi seperti pada lingkungan terbuka dan lingkungan tertutup yang dapat mempengaruhi kualitas dari jahe emprit, sehingga membuatnya rentan terhadap kontaminasi logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kadar logam berat pada sampel rimpang jahe emprit untuk memastikan keamanannya. Metode uji yang dilakukan untuk mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yaitu menggunakan instrumen Spektrofotometri UV-Vis dan analisis statistik, khususnya Uji Sampel Independen. Studi tersebut menemukan bahwa kandungan timbal (Pb) dalam jahe emprit yang dibudidayakan di lingkungan terbuka adalah 7,1751 ppm, sedangkan di lingkungan tertutup adalah 5,7570 ppm. Kandungan kadmium (Cd) pada jahe emprit yang dibudidayakan di lingkungan terbuka adalah 5,6411 ppm, sedangkan di lingkungan tertutup adalah 3,4888 ppm. Analisis statistik menggunakan Independent Sample t-Test mengungkapkan perbedaan yang signifikan dalam kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada jahe emprit yang dibudidayakan di lingkungan tertutup dibandingkan dengan yang dibudidayakan di lingkungan terbuka. Hal ini terbukti dari nilai signifikansi yang diperoleh untuk setiap logam berat ( $p < 0,05$ ). Kesimpulannya, lingkungan budidaya secara signifikan mempengaruhi kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel jahe emprit. Kata kunci: Emprit Jahe, timbal (Pb), kadmium (Cd), Spektrofotometri UV-Vis.

**Kata kunci** : cadmium (cd), jahe emprit, spektrofotometri uv-vis, timbal (pb)

### ABSTRACT

*Ginger emprit is widely used as a raw material for medicines because of its high nutritional content. As a result, it is widely cultivated by the community. The growth environment of emprit ginger varies as in open and closed environments which can affect the quality of emprit ginger, thus making it susceptible to heavy metal contamination such as lead (Pb) and cadmium (Cd). From these problems, it is necessary to conduct research to determine the level of heavy metals in emprit ginger rhizome samples to ensure their safety. The test method carried out to determine the levels of heavy metals lead (Pb) and cadmium (Cd) is using UV-Vis spectrophotometry instruments and statistical analysis, especially the Independent Sample Test. The study found that the lead content (Pb) in emprit ginger cultivated in an open environment was 7.1751 ppm, while in an enclosed environment it was 5.7570 ppm. The cadmium (Cd) content in emprit ginger cultivated in an open environment is 5.6411 ppm, while in an enclosed environment it is 3.4888 ppm. Statistical analysis using the Independent Sample t-Test revealed significant differences in lead (Pb) and cadmium (Cd) levels in emprit ginger cultivated in an enclosed environment compared to those cultivated in an open environment. This is evident from the significance value obtained for each heavy metal ( $p < 0.05$ ). In conclusion, the cultivation environment significantly affected the levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in emprit ginger samples.*

**Keywords** : ginger emprit, lead (pb), cadmium (cd), spectrophotometry uv-vis

### PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber Officinale*) merupakan kelompok tanaman dari famili *Zingiberaceae* yang memiliki komponen aktif bernama gingerol. Jahe telah digunakan secara luas di dunia baik

sebagai bumbu dapur maupun sebagai bahan obat tradisional. Bagian utama yang dimanfaatkan pada tanaman jahe adalah rimpangnya. Terdapat tiga jenis jahe berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna rimpang, yaitu jahe gajah (*Zingiber officinale Roscoe*), jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*), dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) (Hariyanti, 2019). Jahe memiliki 2 komponen yaitu komponen volatil dan nonvolatil. Komponen volatil terdiri dari zingeberene, curcumene, farnesene yang berperan menghasilkan aroma yang khas pada jahe. Komponen nonvolatil yaitu gingerol, shogaol, paradol, dan zingerone berperan dalam menghasilkan rasa pedas di mulut ketika mengonsumsinya. Rimpang jahe memiliki banyak khasiat diantaranya yaitu memiliki aktivitas antidiare, antioksidan, antihepatotoksik, dan antipiretik (Amelia *et al.*, 2019).

Jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) atau disebut juga sebagai jahe putih kecil merupakan jenis jahe yang digunakan sebagai bahan rempah-rempah, penyedap makanan dan bahan baku obat-obatan, sehingga jahe emprit banyak dibudidayakan masyarakat. Jahe emprit memiliki ukuran rimpang lebih besar dari pada jahe merah. Bentuknya agak pipih, berwarna putih, serat lembut, kandungan minyak atsirinya lebih besar dari pada jahe gajah sehingga rasanya lebih pedas dan aromanya tajam, lingkungan tumbuh jahe emprit bervariasi (Karurung, 2022). Jahe emprit banyak digunakan sebagai bahan baku obat-obatan karena memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, antara lain 58% pati, 8% protein, 3-5% oleoresin dan 1-3% minyak atsiri. Jahe emprit mengandung sejumlah komponen bioaktif, termasuk minyak atsiri yang memiliki manfaat sebagai agen antibakteri. Di antara komponen tersebut, gingerol memiliki peran penting dalam mendukung optimalisasi fungsi organ tubuh, sementara gingerol dan shogaol memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Berbagai komponen bioaktif tersebut, berkhasiat untuk menambah nafsu makan, memperkuat lambung dan memperbaiki pencernaan (Ripaki, 2018).

Tanaman rimpang dapat mengalami kontaminasi logam berat melalui beberapa jalur, termasuk melalui tanah, air, pestisida, pupuk, dan udara (Erdyanti *et al.*, 2015). Bagian-bagian tanaman yang biasanya dikonsumsi oleh manusia, seperti batang, daun, dan akar, dapat berperan sebagai perantara dalam penyebaran logam berat ke dalam organisme hidup. Logam berat dapat meresap ke dalam jaringan tanaman melalui akar dan daun, dan selanjutnya dapat masuk ke dalam rantai makanan. Mengonsumsi makanan yang mengandung logam berat secara berkelanjutan dapat mengakibatkan penumpukan logam berat dalam jaringan tubuh, yang pada gilirannya dapat menyebabkan keracunan pada manusia, hewan, dan tanaman. Salah satu tanaman yang dapat berpotensi tercemar logam berat yaitu tanaman rimpang jahe emprit (*Zingiber Officinale* var. *Amarum*) (Taufikurrahman, 2016).

Keberadaan logam berat dalam tanah merupakan sesuatu yang tidak bisa dihindari. Dalam jumlah kecil logam berat seperti Fe, Cu dan Zn merupakan unsur mikro yang diperlukan oleh tumbuhan maupun hewan. Namun dalam konsentrasi yang lebih besar dapat menyebabkan keracunan. Sementara logam berat seperti Hg, Cd, Cr, As, Pb belum diketahui jelas kegunaannya dalam metabolisme tumbuhan, yang dalam batas tertentu mengindikasikan terjadinya pencemaran lingkungan (Cahyanto, 2015). Timbal (Pb) adalah salah satu logam berat yang bersifat beracun dan dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia. Penggunaan timbal telah meluas di berbagai sektor industri, dan selain di dalam lingkungan industri, timbal juga dapat terakumulasi di tanah, udara, dan sumber air minum, sehingga meningkatkan risiko pencemaran timbal terhadap kesehatan manusia. Timbal bersifat nefrotoksik, karena diekskresikan lewat ginjal. Tidak hanya itu, pencemaran logam berat Pb juga dapat mengakibatkan kerusakan pada proses pembentukan sel darah merah. Logam berat memiliki sifat akumulatif dalam tubuh, sehingga efek negatifnya dapat terjadi dalam jangka panjang (Hasanah, 2018).

Kadmium (Cd) adalah jenis logam berat berwarna putih perak, berstruktur lunak, berkilap, tidak larut dalam basa, dan cenderung membentuk oksida saat dipanaskan. Kadmium (Cd)

merupakan logam yang, ketika masuk ke dalam tubuh, dapat mengendap dan mengakumulasi dalam jangka waktu tertentu. Dampaknya dapat menyebabkan kerusakan, tidak hanya pada tulang dan ginjal, tetapi juga pada organ organ seperti testis, jantung, hati, otak, dan sistem darah. Kadmium juga memiliki potensi untuk memengaruhi kesehatan mental karena kemiripan sifat kimianya dengan seng (Indirawati, 2017).

Analisis logam berat dalam sampel umumnya dilakukan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS), seperti yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya. Penggunaan metode AAS memberikan hasil analisis yang akurat karena alat ini memiliki tingkat sensitivitas dan selektivitas yang tinggi. Namun, penggunaan AAS sering terhambat oleh biaya tinggi yang terkait dengan peralatan tersebut, sehingga perlu dicari metode alternatif. Dalam penelitian ini, penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) akan dilakukan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis. Prinsip dasar Spektrofotometer UV-Vis adalah kemampuannya untuk mendeteksi senyawa yang memiliki gugus kromofor yang bisa menyebabkan warna. Dalam hal ini, logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang akan dianalisis memerlukan zat pengomplek untuk membentuk senyawa berwarna. Zat pengomplek yang digunakan dalam penelitian ini adalah dithizone (Marlina, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar cemaran logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel rimpang jahe emprit (*Zingiber Officinale Var Amarum*) dengan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis.

## METODE

Penelitian ini dilakukan untuk menetapkan kadar cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel rimpang emprit (*Zingiber officinale var. Amarum*), yang akan dianalisis diberi perbedaan perlakuan penanaman pada ruangan terbuka dan penanaman pada ruangan tertutup untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh perlakuan penanaman pada ruangan terbuka dan penanaman pada ruangan tertutup menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui kadar logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada masing-masing sampel.

### Pembuatan Larutan Induk 1000 ppm

Timbang logam berat murni Timbal (Pb) sebanyak 0,1 gram. Lalu masukan kedalam labu ukur 100 ml tambahkan 5-10 tetes  $\text{HNO}_3$  65% dan encerkan dengan aquademineralisata sampai tanda batas, sehingga hasil akhir yang diperoleh yaitu larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Kemudian timbang logam berat murni Kadmium (Cd) sebanyak 0,1 gram. Lalu masukan kedalam labu ukur 100 ml tambahkan 5-10 tetes  $\text{HNO}_3$  65% dan encerkan dengan etanol 99,8% p.a sampai tanda batas, sehingga hasil akhir yang diperoleh yaitu larutan  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ .

### Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Pipet 1 ml larutan induk  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  1000 ppm, masukkan kedalam labu ukur 25 ml lalu tambah  $\text{NaOH}$  0,5M sebanyak 5 ml dan dithizon 0,005% sebanyak 5 ml kemudian tambahkan aquademineralisata sampai tanda batas, sehingga terbentuk larutan panjang gelombang Pb dengan konsentrasi 40 ppm. Lalu ukur absorbansinya pada rentang panjang gelombang 380-570 nm (Marlina, 2019). Pipet 0,25 ml larutan induk  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  1000 ppm, masukkan kedalam labu ukur 25 ml lalu tambah  $\text{NaOH}$  0,5M sebanyak 5 ml dan dithizon 0,005% sebanyak 5 ml kemudian tambahkan etanol 99,8% p.a sampai tanda batas, sehingga terbentuk larutan panjang gelombang Cd dengan konsentrasi 10 ppm. Lalu ukur absorbansinya pada rentang panjang gelombang 380-600 nm (Pérez-Outeiral *et al.*, 2014).

**Pembuatan Larutan Standar Timbal (Pb) 2; 4; 6; 8; 10; 20; 40; 60; 80 dan 100 ppm**

Pipet larutan induk  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sebanyak 5 ml, masukkan kedalam labu ukur 50 ml, kemudian tambahkan NaOH sebanyak 10 ml dan dithizon 0,005% sebanyak 10 ml lalu larutkan dengan aquademineralisata sampai tanda batas. Sehingga terbentuk larutan standar dengan konsentrasi 100 ppm. Kemudian dilakukan pengenceran dari larutan standar Pb 100 ppm menjadi 80 ppm dengan cara yang sama sampai dengan konsentrasi 2 ppm.

**Pembuatan Larutan Standar Kadmium (Cd) 2; 4; 6; 8 dan 10 ppm**

Pipet larutan induk Kadmium  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  sebanyak 0,5 ml, masukkan kedalam labu ukur 50 ml, kemudian tambahkan NaOH sebanyak 10 ml dan dithizon 0,005% sebanyak 10 ml lalu larutkan dengan etanol 99,8% p.a sampai tanda batas. Sehingga terbentuk larutan standar Cd dengan konsentrasi 10 ppm. Kemudian dilakukan pengenceran dari larutan standar Cd 10 ppm menjadi 8 ppm dengan cara yang sama sampai dengan konsentrasi 2 ppm.

Ukur absorbansi masing-masing konsentrasi larutan standar menggunakan Spektrofotometri UV Vis. Untuk logam berat Pb ukur pada panjang gelombang 473 nm dan untuk logam berat Cd ukur pada panjang gelombang 477,5 nm.

**Analisis Data****Uji Linieritas**

Data yang sudah diperoleh kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan metode regresi linier. Konsentrasi sampel ( $\mu\text{g/L}$ ) diperoleh melalui perhitungan menggunakan persamaan regresi linier.

**Uji Statistika**

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel rimpang jahe emprit yang diberi perbedaan perlakuan penanaman pada ruangan terbuka dan penanaman pada ruangan tertutup lalu sampel tersebut dianalisis kadar cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis, kemudian hasil kadar cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada masing-masing sampel dianalisis dengan pengolahan data SPSS Statistic 26 menggunakan metode Independent Sample t-Test.

**Penentuan Panjang Gelombang Maksimum**

Penentuan panjang gelombang maksimum sangat diperlukan karena dapat memberikan kepekaan sampel yang mengandung logam berat dengan maksimal. Penentuan panjang gelombang maksimum dalam penelitian ini menggunakan zat pengomplek agar dapat membentuk senyawa berwarna dalam suatu sampel yang akan dianalisis. Senyawa pengomplek yang digunakan dalam penelitian ini adalah dithizone 0,005%, tujuan dari penambahan senyawa pengomplek tersebut agar dapat bereaksi dengan logam berat dan dapat mendeteksi senyawa yang memiliki gugus kromofor dalam suatu sampel sehingga kompleks yang dihasilkan oleh logam dan dithizone dapat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis (Marlina, 2019).

Penentuan panjang gelombang maksimum logam berat timbal (Pb) dilakukan menggunakan pelarut aquademineralisata, pelarut ini juga digunakan sebagai blanko tujuannya untuk mengkalibrasi instrumen Spektrofotometri UV-Vis serta meminimalisir kesalahan pada pemakaian alat sehingga dapat diperoleh besar absorbansi dan panjang gelombang maksimum sampel dengan tepat. Absorbansi larutan standar timbal (Pb) diukur pada rentang panjang gelombang 380-570 nm. Penentuan panjang gelombang maksimum logam berat kadmium (Cd) dilakukan menggunakan pelarut etanol 99,8% p.a, Penggunaan pelarut ini juga sebagai blanko bertujuan untuk kalibrasi alat Spektrofotometri UV-Vis dan mengurangi potensi kesalahan dalam penggunaan alat, sehingga memungkinkan untuk mendapatkan nilai absorbansi dan

panjang gelombang maksimum sampel dengan akurasi yang tinggi. Absorbansi larutan standar kadmium (Cd) diukur dalam rentang panjang gelombang 380-600 nm.

### **Pembuatan Kurva Standar**

Kurva standar dalam analisis kimia sangat penting karena dapat memastikan akurasi hasil pengujian unsur dalam sampel. Kurva standar yang diinginkan harus berbentuk garis lurus sesuai dengan hukum Lambert-Beer, yang mengatakan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi sampel (Yani, 2018). Kurva standar untuk timbal (Pb) dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar Pb pada berbagai konsentrasi, seperti 2; 4; 6; 8; 10; 20; 40; 60; 80; dan 100 ppm. Hasil pengukuran ini dilakukan pada panjang gelombang 473 nm. Data tersebut digunakan untuk membuat kurva standar dengan memplot konsentrasi larutan standar (x) terhadap nilai absorbansi (y) dan menghitung persamaan garis regresi liniernya. Data yang diperoleh kemudian dibuat kurva standar dengan membandingkan konsentrasi larutan standar (x) terhadap absorbansinya (y), sehingga dapat ditentukan persamaan garis regresi liniernya.

Pembuatan kurva standar untuk kadmium (Cd) melibatkan pembuatan larutan standar Cd dengan menggunakan etanol 99,8% p.a. Larutan standar Cd dibuat dengan mengencerkan larutan induk Cd 1000 ppm. Selanjutnya, kurva standar Cd dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar Cd pada berbagai konsentrasi, yaitu 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm, pada panjang gelombang 477,6 nm. Data yang diperoleh dari pengukuran tersebut digunakan untuk membuat kurva standar dengan memplot konsentrasi larutan standar (x) terhadap nilai absorbansi (y). Hasil plot ini akan digunakan untuk menentukan persamaan garis regresi linear yang menggambarkan kurva standar untuk logam Cd.

### **Preparasi Sampel**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rimpang jahe emprit (*Zingiber Officinale* var. *Amarum*) yang ditanam sendiri dan diberi perlakuan penanaman pada ruang terbuka dimana penanaman diletakkan di teras rumah sedangkan ruangan tertutup merupakan ruangan yang terkontrol dengan ventilasi yang terjaga sehingga mengurangi paparan kontaminasi logam berat dari polusi udara. Setelah dilakukan pemanenan kemudian rimpang jahe emprit dicuci dengan air sampai bersih, lalu jahe emprit yang sudah bersih di potong kecil-kecil kemudian di letakkan di atas loyang untuk dilakukan proses pengeringan.

Proses pengeringan tersebut dilakukan menggunakan oven dengan suhu 50°C sampai kering. Tujuan dari proses pengeringan tersebut agar memperpanjang masa simpan sampel, menghilangkan kadar air, serta mencegah timbulnya jamur dan mencegah pertumbuhan mikroba. Setelah sampel jahe emprit sudah kering kemudian di haluskan menggunakan blender, lalu sampel jahe emprit disimpan dalam wadah. Dalam proses preparasi sampel ini didapatkan jahe emprit kering sebesar 11 gram.

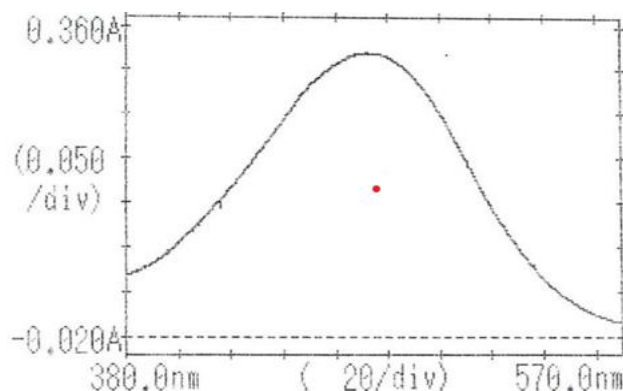
### **Destruksi Kering**

Destruksi kering dilakukan dengan cara menimbang serbuk jahe emprit sebanyak 11 gram masukkan dalam krus porselen kemudian pengabuan sampel dimulai dengan memasukkan sampel jahe emprit ke dalam furnace dengan suhu 400°C sampai abu berwarna putih dan bebas dari karbon selama kurang lebih 4 jam. Suhu tinggi dalam proses destruksi kering ini bertujuan untuk merombak organik logam dalam sampel menjadi logam anorganik. Setelah selesai biarkan sampel sampai dingin, lalu simpan sampel jahe emprit yang sudah di destruksi kering ke dalam wadah. Proses destruksi ini bertujuan untuk memutuskan ikatan antara unsur logam dengan matriks sampel agar diperoleh logam dalam bentuk bebas sehingga dapat dianalisis (Marlina, 2019). Pada masing masing sampel yang diberi perlakuan dalam proses destruksi kering ini mendapatkan hasil abu sebesar 6 gram.



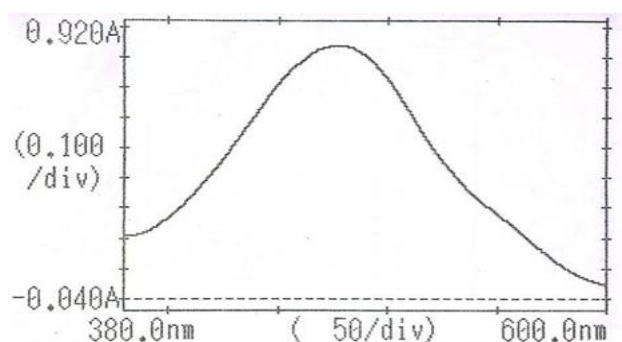
**HASIL****Penentuan Panjang Gelombang Maksimum**

Hasil yang diperoleh dari penentuan panjang gelombang logam berat timbal (Pb) dapat dilihat pada gambar 1.



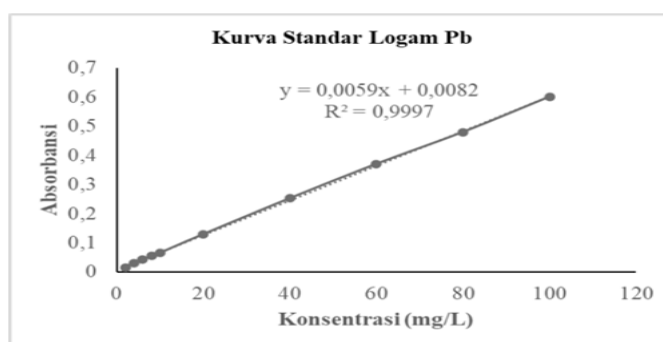
Gambar 1. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Logam Pb

Nilai absorbansi tertinggi pada kurva menunjukkan panjang gelombang maksimum logam berat timbal (Pb) adalah 473 nm, dengan absorbansi sebesar 0,3280, dan larutan berwarna oranye. Hasil yang diperoleh dari penentuan panjang gelombang logam berat kadmium (Cd) dapat dilihat pada gambar 2.



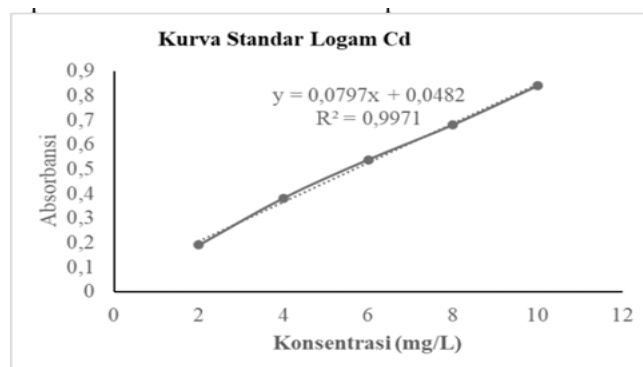
Gambar 2. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Logam Cd

Nilai absorbansi yang tertinggi pada kurva menunjukkan panjang gelombang maksimal logam berat kadmium (Cd) yaitu 477,6 nm dengan absorbansi 0,8388 untuk larutan berwarna orange pekat.

**Kurva standar logam timbal (Pb) dan logam cadmium (Cd)**

Gambar 3. Grafik Kurva Standar Logam Timbal (Pb)

Berdasarkan gambar 3, kita dapat menyimpulkan bahwa persamaan regresi untuk logam timbal (Pb) adalah  $y = 0,0059x + 0,0082$ . Dari grafik linearitas, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi pula nilai absorbansi. Hasil ini menghasilkan persamaan garis linear dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9997, yang mendekati nilai 1,0. Ini menunjukkan tingkat korelasi yang sangat baik antara konsentrasi dan absorbansi. Dengan demikian, kurva standar yang telah dibuat untuk mengukur kadar logam timbal (Pb) dalam sampel dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dapat dianggap valid dan dapat dipercaya untuk analisis kimia, karena tingkat korelasi yang tinggi ini mengindikasikan akurasi yang baik dalam pengukuran konsentrasi logam Pb dalam sampel (Taufikurrahman, 2016).



Gambar 4. Grafik Kurva Standar Logam Kadmium (Cd)

Berdasarkan gambar 4, kita memiliki persamaan regresi untuk logam Cd yaitu  $y = 0,0797x + 0,0482$ . Dalam grafik ini, kita dapat melihat bahwa semakin tinggi konsentrasi, maka nilai absorbansinya juga semakin tinggi. Ini menghasilkan persamaan linear dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sekitar 0,9971, yang hampir mendekati nilai 1,0. Artinya, ada hubungan yang sangat kuat antara konsentrasi dan absorbansi. Dengan demikian, kita dapat menyimpulkan bahwa kurva standar yang digunakan untuk mengukur kadar logam Cd dalam sampel dengan Spektrofotometri UV-Vis adalah valid dan dapat dipercaya (Taufikurrahman, 2016).

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Kadar Logam Berat Pb dan Cd pada Sampel Jahe Emprit

No	Jenis Logam	Jahe Emprit Paa Ruangan Terbuka	Jahe Emprit Paa Ruangan Tertutup	Sig		
		Absorbansi	Kadar (ppm)			
		Absorbansi	Kadar (ppm)			
1.	Logam Pb	0.0505±0.0020	7.1751±0.3429	0.0421±0.0006	5.7570±0.1153	0.002
2.	Logam Cd	0.4978±0.0034	5.6411±0.0434	0.3262±0.0105	3.4888±0.1327	0.000

Hasil yang didapat untuk kadar logam berat Pb dan Cd pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka dan ruangan tertutup mengalami perbedaan nilai. Penanaman pada ruangan terbuka untuk kadar logam berat Pb mendapatkan hasil kadar sebesar 7.1751 ppm sedangkan penanaman pada ruangan tertutup untuk kadar logam berat Pb mendapatkan hasil sebesar 5.7570 ppm. Untuk kadar logam berat Cd penanaman pada ruangan terbuka mendapatkan hasil sebesar 5.6411 ppm sedangkan untuk kadar logam berat Cd penanaman pada ruangan tertutup mendapatkan hasil sebesar 3.4888 ppm.

## PEMBAHASAN

Panjang gelombang maksimum merupakan panjang gelombang yang memiliki absorbansi tertinggi. Penentuan panjang gelombang maksimum sangat diperlukan karena dapat

memberikan kepekaan sampel yang mengandung logam berat dengan maksimal. Penentuan panjang gelombang maksimum dalam penelitian ini memerlukan zat pengomplek supaya dapat membentuk senyawa berwarna dalam suatu sampel yang akan dianalisis. Senyawa pengomplek yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengomplek dithizone 0,005%, tujuan dari penambahan senyawa pengomplek tersebut agar dapat bereaksi dengan logam berat dan dapat mendeteksi senyawa yang memiliki gugus kromofor dalam suatu sampel sehingga kompleks yang dihasilkan oleh logam dan dithizone dapat dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis (Marlina, 2019).

Penentuan panjang gelombang maksimum logam berat timbal (Pb) dilakukan menggunakan pelarut aquademineralisata, pelarut ini juga digunakan sebagai blanko tujuannya untuk mengkalibrasi instrumen Spektrofotometri UV-Vis serta meminimalisir kesalahan pada pemakaian alat sehingga dapat diperoleh besar absorbansi dan panjang gelombang maksimum sampel dengan tepat. Absorbansi larutan standar timbal (Pb) diukur pada rentang panjang gelombang 380-570 nm. Nilai absorbansi yang tertinggi pada kurva menunjukkan panjang gelombang maksimal logam berat timbal (Pb) yaitu 473 nm dengan absorbansi 0,3280 untuk larutan berwarna orange. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum logam berat timbal (Pb) pada penelitian ini berbeda dengan hasil pengukuran yang dilakukan oleh Marlina, (2019) yaitu panjang gelombang maksimum Pb yaitu 520 nm, tetapi hasil pengukuran tersebut masih dalam rentang panjang gelombang Pb yang terdapat di literatur sehingga dapat digunakan untuk pengukuran selanjutnya. Pengukuran panjang gelombang logam berat timbal (Pb) menyatakan terjadinya pergeseran hipsokromik yaitu pergeseran panjang gelombang kearah yang lebih pendek (Ellen Shita, 2016). Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan pelarut yang digunakan, pada penelitian ini pelarut yang digunakan yaitu aquademineralisata sedangkan pada penelitian Marlina, (2019) pelarut yang digunakan yaitu aquades (Marlina, 2019).

Penentuan panjang gelombang maksimum logam berat kadmium (Cd) dilakukan menggunakan pelarut etanol 99,8% p.a, pelarut ini juga digunakan sebagai blanko tujuannya untuk mengkalibrasi alat Spektrofotometri UV-Vis serta meminimalisir kesalahan pada pemakaian alat sehingga dapat diperoleh besar absorbansi dan panjang gelombang maksimum sampel dengan tepat. Absorbansi larutan standar kadmium (Cd) diukur pada rentang panjang gelombang 380-600 nm.

Nilai absorbansi yang tertinggi pada kurva menunjukkan panjang gelombang maksimal logam berat kadmium (Cd) yaitu 477,6 nm dengan absorbansi 0,8388 untuk larutan berwarna orange pekat. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum logam berat kadmium (Cd) pada penelitian ini berbeda dengan hasil pengukuran yang dilakukan oleh Perez-Outeiral et al., (2014) yaitu panjang gelombang maksimum Cd yaitu 516 nm, tetapi hasil pengukuran tersebut masih dalam rentang panjang gelombang Cd yang terdapat di literatur sehingga dapat digunakan untuk pengukuran selanjutnya. Pengukuran panjang gelombang logam berat kadmium (Cd) menyatakan terjadinya pergeseran hipsokromik yaitu pergeseran panjang gelombang kearah yang lebih pendek (Ellen Shita, 2016). Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan pelarut yang digunakan, pada penelitian ini pelarut yang digunakan yaitu etanol 99,8% p.a sedangkan pada penelitian Perez Outeiral et al., (2014) pelarut yang digunakan yaitu kloroform (Pérez-Outeiral *et al.*, 2014).

Kurva standar merupakan bagian terpenting dalam melakukan pengujian kadar suatu unsur dalam analisis kimia. Kurva yang diinginkan dalam pembuatan kurva standar yaitu kurva yang berbentuk linier, karena hal tersebut merupakan syarat agar hasil analisis lebih akurat. Kurva standar dibuat berdasarkan hukum Lambert-Beer yaitu menggunakan persamaan regresi linier  $y = ax + b$ , dimana  $y$  adalah absorbansi sampel,  $x$  adalah konsentrasi sampel ( $\mu\text{g/L}$ ),  $b$  adalah slope (kemiringan), dan  $a$  adalah intercept atau perpotongan terhadap sumbu  $y$  (Taufikurrahman, 2016). Berdasarkan hukum Lambert-Beer absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi, jika nilai konsentrasinya tinggi maka nilai absorbansinya juga akan tinggi,



sedangkan jika nilai konsentrasinya rendah maka nilai absorbansinya juga akan rendah (Yani, 2018).

Pembuatan kurva standar timbal (Pb) dimulai dengan pembuatan larutan standar timbal (Pb) dengan menggunakan pelarut aquademineralisata. Dalam pembuatan larutan standar Pb dilakukan pengenceran dari larutan induk Pb 1000 ppm, kemudian pembuatan kurva standar Pb dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar Pb pada konsentrasi 2; 4; 6; 8; 10; 20; 40; 60; 80 dan 100 ppm. Lalu ukur larutan standar Pb pada panjang gelombang 473 nm. Data yang diperoleh kemudian dibuat kurva standar dengan membandingkan konsentrasi larutan standar (x) terhadap absorbansinya (y), sehingga dapat ditentukan persamaan garis regresi liniernya nilai persamaan regresi untuk logam Pb yaitu  $y = 0,0059x + 0,0082$ . Berdasarkan pada grafik linieritas yang didapatkan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga nilai absorbansinya, sehingga didapatkan persamaan liniernya dengan nilai linieritas  $R^2$  sebesar 0,9997, nilai tersebut mendekati 1,0 artinya nilai koefisien korelasi layak. Oleh karena itu, nilai korelasi kurva standar yang dibuat untuk mengukur kadar logam Pb dalam sampel dengan Spektrofotometri UV-Vis layak untuk digunakan (Taufikurrahman, 2016).

Pembuatan kurva standar kadmium (Cd) dimulai dengan pembuatan larutan standar kadmium (Cd) dengan menggunakan pelarut etanol 99,8% p.a. Untuk pembuatan larutan standar Cd dilakukan pengenceran dari larutan induk Cd 1000 ppm, kemudian pembuatan kurva standar Cd dibuat dengan mengukur absorbansi larutan standar Cd pada konsentrasi 2; 4; 6; 8 dan 10 ppm. Lalu ukur larutan standar Cd pada panjang gelombang 477,6 nm. nilai persamaan regresi untuk logam Cd yaitu  $y = 0,0797x + 0,0482$ . Pada grafik linieritas yang didapatkan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga nilai absorbansinya, sehingga didapatkan persamaan liniernya dengan nilai linieritas  $R^2$  sebesar 0,9971, nilai tersebut mendekati 1,0 artinya nilai koefisien korelasi layak. Oleh karena itu, nilai korelasi kurva standar yang dibuat untuk mengukur kadar logam Cd dalam sampel dengan Spektrofotometri UV-Vis layak untuk digunakan (Taufikurrahman, 2016).

Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel rimpang jahe emprit (*Zingiber Officinale* var. *Amarum*) dengan perlakuan penanaman pada ruangan terbuka dan ruangan tertutup dilakukan dengan membuat larutan uji sampel terlebih dahulu, sampel jahe emprit dari masing-masing perlakuan ditimbang sebanyak 1 gram kemudian ditambahkan  $\text{HNO}_3$  65% dan HCl. Tujuan dari penambahan  $\text{HNO}_3$  yaitu sebagai pengoksidasi karena  $\text{HNO}_3$  merupakan pelarut logam yang baik, logam Pb dan logam Cd akan teroksidasi oleh  $\text{HNO}_3$  sehingga menjadi larut,  $\text{HNO}_3$  dikombinasikan dengan HCl sebagai campuran asam untuk mendestruksi, dimana HCl bertindak sebagai oksidator sehingga dapat mengubah logam menjadi senyawa logam klorida dan selanjutnya diubah menjadi kompleks anion yang stabil.

Kemudian setelah penambahan  $\text{HNO}_3$  dan HCl larutan sampel uji dipanaskan diatas hotplate sampai semua sampel larut. Lalu larutan sampel tersebut disaring di atas kertas saring. Hasil larutan uji sampel yang sudah didapat ditambahkan dithizone 0,005% dan NaOH lalu ditambahkan pelarut aquademineralisata untuk logam berat Pb sedangkan untuk logam berat Cd menggunakan pelarut etanol 99,8% p.a. Setelah pembuatan larutan uji sampel selesai, kemudian diukur absorbansi masing-masing sampel larutan uji menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Untuk logam berat Pb diukur pada panjang gelombang 473 nm dan untuk logam berat Cd diukur pada panjang gelombang 477,5 nm. Hasil yang didapat untuk kadar logam berat Pb dan Cd pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka dan ruangan tertutup mengalami perbedaan nilai. Penanaman pada ruangan terbuka untuk kadar logam berat Pb mendapatkan hasil kadar sebesar 7.1751 ppm sedangkan penanaman pada ruangan tertutup untuk kadar logam berat Pb mendapatkan hasil sebesar 5.7570 ppm. Untuk kadar logam berat Cd penanaman pada ruangan terbuka mendapatkan hasil sebesar 5.6411 ppm sedangkan untuk kadar logam berat Cd penanaman pada ruangan tertutup mendapatkan hasil sebesar 3.4888

ppm. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tempat penanaman jahe emprit dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan kadar logam berat, hal tersebut dapat dilihat pada hasil nilai kadar logam berat Pb maupun Cd pada sampel rimpang jahe emprit yang ditanam di ruangan tertutup memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil nilai kadar logam berat Pb dan Cd pada sampel jahe emprit yang ditanam di ruangan terbuka. Hal ini dikarenakan penanaman pada ruangan tertutup diletakkan pada lingkungan yang terkendali dimana dinding dan atap struktur bangunan tersebut dapat mencegah masuknya logam berat yang mungkin terdapat pada lingkungan luar dan menggunakan ventilasi yang tertutup untuk cahaya matahari dan hanya dibuka ketika melakukan perawatan pada tanaman jahe emprit sehingga dapat mengurangi risiko kontaminasi logam berat akibat polusi udara atau endapan logam dari aktivitas industri maupun yang berasal dari asap kendaraan bermotor dan pembakaran sampah.

Sedangkan untuk jahe emprit yang ditanam di ruangan terbuka diletakkan di teras rumah terbuka dengan paparan polusi yang cukup banyak dan tidak terkontrol kondisinya sehingga tanaman jahe emprit dengan mudah terpapar langsung sumber logam berat disekitar seperti aktivitas industri, asap kendaraan bermotor maupun pembakaran sampah, sehingga kadar logam berat pada jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka lebih tinggi. Tanaman rimpang dapat tercemar logam berat melalui media tanam atau tanah, air, pestisida, pupuk dan udara. Berdasarkan Peraturan BPOM No 14 Tahun 2021, batas cemaran logam berat dalam persyaratan keamanan dan mutu obat tradisional untuk logam berat Pb  $\leq 10$  ppm, sedangkan untuk logam berat Cd  $\leq 0,3$  ppm. Dari hasil pengukuran kadar logam berat Pb pada sampel rimpang jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka maupun ruangan tertutup menunjukkan bahwa kadar logamnya tidak melebihi ambang batas maksimum yang telah ditetapkan oleh BPOM No 14 Tahun 2021.

Sedangkan kadar logam berat Cd yang didapat pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka menunjukkan bahwa kadar logamnya melebihi ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM No 14 Tahun 2021. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya faktor yang mempengaruhi tingginya kadar logam berat pada sampel jahe emprit yaitu polusi asap kendaraan bermotor dan pembakaran sampah. Kadar logam berat Cd yang didapat pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan tertutup menunjukkan bahwa kadar logamnya melebihi ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM No 14 Tahun 2021. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya kadar logam berat pada sampel jahe emprit yaitu air yang digunakan, pupuk dan media tanam. Meda Parmiko, (2014) menyatakan bahwa polusi asap kendaraan bermotor merupakan penyebab dari perpindahan cemaran logam dari udara ke tanaman. Logam yang ada di udara akan terabsorb oleh tanah dan mengendap didalamnya sehingga apabila tanaman tumbuh diatas tanah tersebut maka akan tercemari oleh logam yang sudah terakumulasi dalam tanah. Pencemaran melalui air disebabkan oleh limbah rumah tangga dan limbah pabrik yang secara langsung dibuang ke saluran irigrasi tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu sehingga tanaman akan mengabsorb air melalui tanah yang mengandung air tersebut (Meda Parmiko., 2014).

Pada penelitian ini sampel jahe emprit pada masing-masing perlakuan ditanam menggunakan tanah, air, pupuk, lama penanaman, waktu penyiraman yang sama. Untuk menentukan ada tidaknya pengaruh variasi perlakuan tempat penanaman pada sampel jahe emprit terhadap perolehan kadar logam berat Pb dan logam berat Cd dilakukan menggunakan analisis secara statistik dengan uji data Independent Sample t-Test. Uji statistik ini merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk menentukan apakah dua sampel yang tidak berhubungan memiliki rata-rata yang berbeda. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan significant 0.05 ( $\alpha = 5\%$ ) antar variabel independen dengan variabel dependen. Pada penelitian sebelumnya digunakan tanaman *M. floridulus* dengan eksperimen pot yang dilakukan untuk membandingkan respons pertumbuhan, kemampuan pengayaan Pb, dan efek pada spesiasi Pb dari dua ekotipe *M. floridulus* dari Area Pertambangan Dabaoshan dan area non-penambangan

Kabupaten Boluo, Huizhou, di tanah dengan kandungan Pb yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua ekotipe *M. floridulus* memiliki respon pertumbuhan yang berbeda terhadap konsentrasi Pb dalam tanah. Jumlah total akumulasi Pb pada akar ekotipe dari area penambangan jauh lebih besar dibandingkan dengan ekotipe dari area non-tambang, dan meningkat secara signifikan dengan peningkatan konsentrasi Pb dalam tanah ( $p < 0,05$ ). Hal ini sebagai dasar peneliti dalam penggunaan media tanah yang sama (Qin *et al.*, 2022). Sedangkan pada penelitian lainnya diketahui kontaminasi kadar logam Cd tersebar melalui debu di udara, logam terakumulasi di jaringan organisme hidup seperti tumbuhan tidak dapat melalui proses metabolisme tumbuhan sehingga akan menyebar pada semua bagian tumbuhan dengan demikian kualitas udara akan mempengaruhi kadar logam Cd pada tumbuhan, oleh karena itu perlakuan penanaman jahe emprit melalui kontrol udara dengan media ruang terbuka dan tertutup dapat dilakukann sebagai dasar perlakuan pada tanaman jahe emprit (Hocaoglu-Ozyigit & Nazli Genc, 2020).

Hasil analisis data secara statistik dalam penelitian ini untuk logam berat Pb pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka dan dan ruangan tertutup mendapatkan nilai  $p = 0.002$  sedangkan dari analisis data secara statistik untuk logam berat Cd pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka dan ruangan tertutup mendapatkan hasil nilai  $p = 0.000$ . Dari hasil analisis secara statistik yang sudah didapat menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka berbeda secara statistik jika dibandingkan dengan sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan tertutup. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikasi yang didapat pada logam berat Pb yaitu  $p = 0.002$  dimana nilai tersebut menunjukkan  $p < 0,05$  nilai tersebut berarti bahwa ada pengaruh tempat penanaman terhadap kadar logam berat Pb pada sampel jahe emprit. Sedangkan dari hasil analisis secara statistik yang sudah didapat pada kadar logam berat Cd menunjukkan bahwa sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka berbeda secara statistik jika dibandingkan dengan sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan tertutup. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikasi yang didapat pada logam berat Cd yaitu  $p = 0.000$  dimana nilai tersebut menunjukkan  $p < 0,05$  nilai tersebut berarti bahwa ada pengaruh tempat penanaman terhadap kadar logam berat Cd pada sampel jahe emprit.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kadar logam timbal (Pb) yang diperoleh dari penanaman jahe emprit pada ruangan terbuka sebesar 7.1751 ppm sedangkan penanaman pada ruangan tertutup sebesar 5.7570 ppm. Untuk kadar logam kadmium (Cd) penanaman pada ruangan terbuka mendapatkan hasil sebesar 5.6411 ppm sedangkan penanaman pada ruangan tertutup sebesar 3.4888 ppm. Hasil yang didapat dari analisis data secara statistik menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb dan Cd pada sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan terbuka berbeda secara statistik jika dibandingkan dengan sampel jahe emprit yang ditanam pada ruangan tertutup. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai signifikasi yang didapat pada masing-masing logam berat menunjukkan  $p < 0,05$  nilai tersebut berarti bahwa ada pengaruh tempat penanaman terhadap kadar logam berat Pb dan Cd pada sampel jahe emprit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian, dan terimakasih kepada pihak yang telah memberikan fasilitas selama penelitian hingga dapat terselesaikannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, J. R., Azni, I. N., & Oktaviani, R. D. (2019). *Karakteristik Sensoris Dan Kandungan Logam Berat Minuman Fungsional Okra-Jahe Dengan Berbagai Jenis Pemanis*.
- Cahyanto, H. A. (2015). Kandungan Logam Berat Dalam Bahan Baku Produk Rempah Dari Pasar Di Kota Pontianak. *Majalah BIAM*, 11, 57–62.
- Ellen Shita, A. (2016). Selektivitas Metode Analisis Formalin Secara Spektrofotometri Dengan Pereaksi Schiff's . *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Erdayanti, P., Hanifah, T. A., & Anita, S. (2015). Analisis Kandungan Logam Timbal Pada Sayur Kangkung Dan Bayam Di Jalan Kartama Pekanbaru Secara Spektrofotometeri Serapan Atom. In *JOM FMIPA* (Vol. 2, Issue 1).
- Hariyanti. (2019). Evaluasi Kandungan Gingerol Pada Ekstrak Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe.) Dari Bogor Sebagai Bahan Baku Obat Tradisional. *Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka*.
- Hasanah, A. (2018). Analisis Interaksi Senyawa Aktif Jahe Yang Berpotensi Sebagai Antioksidan Pada Stress Oksidasi Yang Diinduksi Oleh Timbal (Pb<sup>2+</sup>). *Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- Hocaoglu-Ozyigit, A., & Nazli Genc, B. (2020). *Cadmium in plants, humans and the environment. Frontiers in Life Sciences and Related Technologies*, 1(1), 1–10. <http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/flsrt>.
- Indirawati, S. M. (2017). Pencemaran Logam Berat Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTIK*, 2.
- Karurung, N. S. (2022). Studi Pembuatan Dodol Ketan Putih Dengan Penambahan Jahe Emprit (*Zingiber Officinale* L.). *Universitas Bosowa Makassar*.
- Marlina, A. (2019). *Pengembangan Metode Penentuan Kadar Timbal Dalam Kerang Hijau (Perna viridis L) Secara Spektrofotometri UV-Vis*. <http://www.justtryandtaste.com/2011/11>.
- Meda Parmiko, I. P. M. S. I. S. P. (2014). Kandungan Logam Cu Dan Zn Dalam Tanah Dan Pupuk Serta Bioavailabilitasnya Dalam Tanah Pertanian Di Daerah Bedugul . *ISSN 1907-985091*, 91–96.
- Pérez-Outeiral, J., Millan, E., & Garcia-Arrona, R. (2014). Use of dispersive liquid liquid microextraction and Uv-Vis spectrophotometry for the determination of cadmium in water samples. *Journal of Spectroscopy*, 2014.
- Qin, J., Zhao, H., Liu, H., Dai, M., Zhao, P., Chen, X., & Wu, X. (2022). The Difference of Lead Accumulation and Transport in Different Ecotypes of *Miscanthus floridulus*. In *Processes* (Vol. 10, Issue 11).
- Ripaki, A. H. F. R. A. R. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *Amarum*) Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Daya Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1.
- Taufikurrahman. (2016). Penentuan Kadar Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Dalam Tanaman Rimpang Menggunakan Metode Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- Yani, H. N. (2018). Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Daun Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) Dengan Menggunakan Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*.