

ANALISIS CEMARAN LOGAM TIMBAL DALAM TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) DAN TEH HITAM (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) SECARA DESTRUKSI BASAH DAN KERING

ANALYSIS OF TIMBAL METAL LEACHING IN GREEN TEA (*Camellia sinensis*) AND BLACK TEA (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) BY WET AND DRY DESTRUCTION

Kurnia Nur Indah^{1*}, Nuraini Harmastuti¹, Vivin Nopiyanti¹, Suhartinah¹, Widodo Priyanto¹

Faculty of Pharmacy, Universitas Setia Budi Surakarta, Surakarta, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
<p>Article history: Received 03, 23, 2025 Revised 04, 25, 2025 Accepted 05, 27, 2025</p>	<p>Teh (<i>Camellia sinensis</i>) merupakan tanaman herbal yang mudah teroksidasi yang berkhasiat sebagai kardiotonik, diuretik dan astringen. Pb dalam teh terjadi karena cemaran polusi kendaraan, limbah dan pembuangan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar cemaran logam berat timbal (Pb) teh hijau dan hitam serta menentukan basah dan kering untuk menganalisis sampel. Penelitian ini menggunakan jenis <i>experimental laboratory</i> meliputi pengambilan dan preparasi sampel teh hijau dan teh hitam, pembuatan kurva baku, penentuan variasi zat pengoksidasi HNO₃ dan H₂SO₄ dengan perbandingan (3:1). Pengujian menggunakan Spektrofotometri Serapan. Hasil penelitian menunjukkan kadar tertinggi pada home industri A sampel A1 hijau basah 1,4 mg/kg dan kadar terendah sampel A3 hitam basah 1,07 mg/kg. Kadar tertinggi home industri B sampel B3 hitam basah 1,2 mg/kg dan kadar terendah sampel B1 hijau basah 1,1 mg/kg. Kedua sampel memenuhi persyaratan yaitu ≤ 2 mg/kg.</p>
<p>Kata kunci Teh Hijau Timbal Destruksi Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</p>	
<p>Keywords: Amellia Sinensis Lead Destruktive Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)</p>	
	<p style="text-align: center;">ABSTRACT</p> <p>Tea (<i>Camellia sinensis</i>) is an easily oxidised herbal plant with cardiotionic, diuretic and astringent properties. Pb in tea occurs due to vehicle pollution, waste and garbage disposal. This study aims to determine the levels of heavy metal lead (Pb) contamination in green and black tea and determine wet and dry methods for analysing samples. This study uses experimental laboratory type including the collection and preparation of green tea and black tea samples, making standard curves, determining the variation of oxidising agents HNO₃ and H₂SO₄ with a ratio of (3:1). Testing using Absorption Spectrophotometry. The results showed the highest level in home industry A sample A1 green wet 1.4 mg/kg and the lowest level of sample A3 black wet 1.07 mg/kg. The highest level of home industry B sample B3 black wet 1.2 mg/kg and the lowest level of sample B1 green wet 1.1 mg/kg. Both samples met the requirement of ≤ 2 mg/kg.</p>

Corresponding Author:

Kurnia Nur Indah

Faculty of Pharmacy, Universitas Setia Budi Surakarta

Jl. Letjen Sutoyo, Mojosongo, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57127

email: kurnianurindah233@gmail.com

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. PENDAHULUAN

Teh merupakan minuman yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Teh mempunyai kandungan zat yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh antara lain, kardiotonik, diuretik, menstimulir susunan saraf pusat, astrigen pada saluran cerna. Teh terbuat dari pucuk tanaman teh (*Camellia sinensis*), berdasarkan proses pembuatannya dibagi menjadi tiga yaitu tanpa fermentasi (teh putih dan teh hijau), semi fermentasi (teh olong), serta fermentasi (teh hitam)[1].

Teh hijau salah satu minuman yang sangat populer didunia yang dibuat dengan cara menginaktivasi enzim oksidase/ fenolase dalam pucuk daun teh hijau segar, yaitu dengan pemanasan menggunakan uap panas, sehingga oksidasi enzimatik terhadap katekin dalam daun teh dapat dicegah[2]. Teh hijau mempunyai efek farmakologis yaitu menurunkan berat badan, kolesterol, trigliserida, glukosa, mencegah karies pada gigi, antimutagenik, antioksidan, dan antibakteri[3].

Teh hitam terbuat dari pucuk teh yang jenis tanamannya sama digunakan dalam pembuatan produk olahan teh hijau. Pucuk teh tersebut digiling, difermentasi dan dikeringkan, sehingga warna bubuk teh menjadi coklat kehitaman dan memiliki macam rasa yang beragam. Teh hitam mengandung antioksidan dan polifenol yang bermanfaat sebagai kekebalan, menumbuhkan imun dan memerangi peradangan pada tubuh. Teh hitam mengandung asam amino dan kafein bermanfaat mempertajam konsentrasi, meningkatkan energi dan melancarkan peredaran tubuh[4].

Badan Pusat Statistik menyampaikan ekspor teh Indonesia dari tahun 2013 sampai 2017 mengalami penurunan, dengan 80% dari ekspor teh hitam berjumlah 43.388 ton dengan nilai ekspor US\$ 81,1 juta, dan ekspor teh hijau berjumlah 10.856 ton dengan nilai ekspor US\$ 33,11 juta. Tahun 2013-2017, ekspor teh Indonesia terus menurun 17% pada tahun 2016 dibandingkan tahun 2014 sebesar 6%. Teh selain bermanfaat, juga mengandung logam berat yang dapat membahayakan tubuh manusia. Salah satu logam berat yang dapat mencemari daun teh adalah timbal (Pb). Cemaran ini biasanya berasal dari udara, air maupun darat [5].

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang membahayakan lingkungan sekitar. Jika timbal (Pb) terakumulasi dalam tubuh dari makanan dan minuman dapat mempengaruhi sistem saraf, ginjal, otak, sistem reproduksi dan sistem hemolitik[6]. Kadar timbal (Pb) dalam teh yang diperbolehkan menurut BPOM Nomor HK.00.06.1.52.4011 dan SNI Nomor 7387:2009 sebesar 2,0 mg/kg. Penelitian sebelumnya terhadap sediaan teh kering menunjukkan kadar Pb sebesar 2,2162 mg/kg, tidak memenuhi ketentuan standar kandungan Pb yang ditetapkan oleh BPOM[7]. Penelitian lainnya ditemukan kadar Pb sebesar 3,4 µg//kg dan 5,7 µg//kg. Kadar tersebut melebihi batas yang telah ditentukan[8]

Destruksi merupakan suatu prosedur untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk materi yang dapat di ukur sehingga kandungan unsur – unsur nya dapat di telaah. Dua macam destruksi yaitu destruksi basah dan kering. Pada destruksi kering menggunakan pemanasan atau pengabuan dengan suhu yang sangat tinggi, sedangkan destruksi basah menggunakan pereaksi asam. Metode destruksi basah asam-asam yang biasa digunakan adalah asam nitrat (HNO₃), asam sulfat (H₂SO₄), asam perklorat (HClO₄), asam klorida (HCl), selain itu juga dapat digunakan secara campuran maupun tunggal[9]. Perbandingan metode destruksi kering dan destruksi basah instrumen spektrofotometri serapan atom (SSA) untuk analisis logam menunjukkan bahwa



destruksi basah menggunakan suhu yang relatif rendah dibandingkan destruksi kering sehingga unsur-unsur yang hilang sangat minim[10].

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis cemaran logam timbal (Pb) dalam teh hijau dan teh hitam secara destruksi basah dan kering menggunakan spektrofotometri serapan atom.

2. METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), Perkin Elmer Analyst 400, neraca analitik Mettler Toledo, Furnace Barnstead Thermolyte 1400, Hotplate Vision, lampu katoda berogga, labu destruksi, gelas ukur, beaker gelas, erlenmeyer, pipet volume, pipet tetes, kaca masir, labu hisap, vakum filtrasi, blender, ayakan mesh nomor 40.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel bubuk teh hijau dan teh hitam, $Pb(NO_3)_2$, HNO_3 , H_2SO_4 , aquades, HCl, KI 10%, dan NaOH.

Pengambilan Bahan

Pengambilan sampel daun teh hijau dan teh hitam dalam bentuk serbuk sebanyak dua jenis dari home industri yang diperoleh di daerah Kemuning, Karanganyar, Jawa Tengah. Sampel diambil dengan menggunakan teknik sampling dari dua tempat home industri.

Preparasi Sampel

Destruksi basah

0,5 g sampel dilarutkan dengan campuran HNO_3 dan H_2SO_4 perbandingan (3:1). Campuran dipanaskan diatas hotplate hingga larut. Larutan sampel dipindah ke dalam labu takar 25 mL, tambahkan aquabidest hingga tanda batas. Larutan dianalisis Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) panjang gelombang 283,31 nm[11].

Destruksi kering

0,5 g sampel dikeringkan dalam oven pada suhu $100^\circ C$ selama 3 jam. Sampel dimasukkan ke dalam *furnace* pada suhu $400^\circ C$ selama 4 jam. Setelah dingin dilarutkan dengan HNO_3 dan H_2SO_4 perbandingan (3:1) lalu dipanaskan diatas hotplate sampai sampel larut dan dipindahkan ke dalam labu takar 25 mL. Kemudian tambahkan aquabidest hingga tanda batas. Larutan siap dianalisis dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) panjang gelombang 283,31 nm[11].

Uji Kualitatif

Uji kualitatif dilakukan dengan identifikasi kandungan logam timbal dalam sampel menggunakan beberapa larutan uji[12]. Larutan yang digunakan adalah HCl, KI, dan NaOH. Menambahkan 5-10 tetes tiap 1 mL larutan sampel HCl, KI, dan NaOH. Timbal pada sediaan ditandai terbentuknya endapan putih jika ditambahkan larutan HCl, dan terbentuknya endapan kuning hingga kehitaman jika ditambahkan larutan KI [13]. Larutan sampel ditambahkan larutan NaOH, jika hasil positif terbentuk endapan putih[14].

Uji Kuantitatif

Pembuatan larutan standar timbal 1000 ppm

0,1598 g padatan $Pb(NO_3)_2$ ditimbang dan dimasukkan dalam *beaker glass* yang berisi aquabidest 25 mL dan diaduk hingga larut. Larutan dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan diencerkan dengan HNO_3 sampai tanda batas[15].



Pembuatan larutan standar timbal 10 ppm

Larutan standar timbal 1000 ppm dibuat menjadi 10 ppm, dengan cara diencarkan sebanyak 1 mL larutan standar timbal 1000 ppm, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL, ditambahkan aquabidest, sampai tanda batas dan homogenkan[16].

Pembuatan larutan kurva kalibrasi timbal (Pb)

Larutan standar timbal (Pb) 1000 mg/L dibuat menjadi 10 mg/L, dengan cara memipet 1 mL larutan standar timbal (Pb) 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL kemudian menambahkan aquadest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Larutan standar timbal (Pb) 10 mg/L dibuat seri konsentrasinya yakni 0,025 mg/L; 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,5 mg/L dan 1 mg/L. Seri pengenceran diukur absorbansinya kemudian dihitung menggunakan regresi linier[17].

Verifikasi Metode Analisis

Uji akurasi

Akurasi dinyatakan dengan hasil % *recovery*. Penentuan akurasi menggunakan 3 konsentrasi yang berbeda dengan 3 kali replikasi. Konsentrasi yang digunakan yakni 0,1 mg/L; 0,5 mg/L dan 1 mg/L. Nilai akurasi yang baik % *recovery* pada rentang 80-120%[18].

$$\% Recovery = \frac{\text{Hasil analisa}}{\text{Hasil sebenarnya}} \times 100\%$$

Uji presisi

Presisi dihitung dari nilai absorbansi dan ditentukan nilai konsentrasi menggunakan kurva kalibrasi, nilai *standar deviation* (SD) dan persen baku relatif (RSD%). Metode dengan presisi yang baik ditunjukkan dengan perolehan persen baku relatif (RSD%) $\leq 2\%$ [19]

Limit of detection (LOD)

LOD dapat dihitung berdasar pada nilai simpangan baku dan kemiringan yang di dapat dari kurva baku.

$$LOD = \frac{3 S_{y/x}}{Sl}$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum(y - y_i)^2}{n-2}}$$

Keterangan :

LOD : batas deteksi

S_{y/x} : simpangan baku residual

Sl : slope

Spesifitas

Spesifisitas dapat ditentukan dengan pengukuran sampel pada panjang gelombang maksimalnya 283,3 nm dandigunakan sumber cahaya yaitu lampu katoda berongga Pb.

Linieritas

Uji linieritas dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi standar timbal 0,025 mg/L; 0,05 mg/L; 0,1 mg/L; 0,5 mg/L dan 1 mg/L, kemudian dibaca absorbansinya pada SSA. Parameter hubungan kelinieran yang digunakan yaitu koefisien relasi (r) dan koefisien determinasi (R) pada analisis regresi linier.

$$y = a + bx$$



Keterangan :

y : absorbansi sampel

x : konsentrasi sampel

b : *slope*

a : *intercept*

Limit of quantitation (LOQ)

LOQ dapat dihitung berdasar pada nilai simpangan baku dan kemiringan yang didapat dari kurva baku.

$$LOQ = \frac{3 S_y}{Sl}$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum(y - y_i)^2}{n-2}}$$

Keterangan :

LOQ : batas kuantitasi

S_{y/x} : simpangan baku residual

Sl : slope

Penentuan Kadar Timbal dalam Sampel

Penentuan kadar timbal menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA). analisis dilakukan sebanyak 3 kali replikasi pada tiap sampel. Spektrofotometri serapan atom diatur panjang gelombangnya, untuk timbal digunakan 283,3 nm. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui logam timbal sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi.

Analisis Data

Metode analisis hasil yang digunakan adalah dengan analisis terhadap sampel menggunakan alat spektrofotometri serapan atom (SSA) kemudian hasil absorbansi dihitung menggunakan rumus penetapan kadar. Penetapan kadar timbal (Pb) dalam sampel menggunakan rumus berikut:

$$\text{Logam berat Pb} = \frac{C}{B} \times V$$

Keterangan:

C = kadar yang didapat dari hasil pengukuran kurva kalibrasi (mg/L)

V = volume larutan uji (L)

B = bobot sampel larutan uji (kg)

Data yang dihasilkan kemudian diolah untuk pengujian hipotesis menggunakan uji normalitas dengan Shapiro-Wilk kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas lalu dilanjutkan dengan uji One Way ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan pada hasil perbandingan sampel teh hijau dan teh hitam dengan destruksi [20].

3. HASIL

Preparasi Sampel

Terdapat perbedaan suhu yang dibutuhkan, banyaknya pelarut yang digunakan dan waktu. Pada destruksi basah suhu yang digunakan 100°C – 150°C dengan waktu kurang



lebih 5 – 9 jam dan pelarut yang digunakan membutuhkan banyak kisaran 36:12 mL. Untuk destruksi kering suhu yang digunakan 100°C – 120°C dengan waktu kurang lebih 2 – 3 jam dan hanya membutuhkan sedikit pelarut yaitu 9:3 mL.

Uji Kualitatif Timbal (Pb)

Tabel 1. Hasil analisa kualitatif secara kimia

Sampel	Reagen Uji								
	HCl			KI			NaOH		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A1 Teh hijau basah	+	+	+	+	+	+	+	+	+
A2 Teh hijau kering	-	-	-	+	+	+	-	-	-
A3 Teh hitam basah	-	-	-	+	+	+	-	-	-
A4 Teh hitam kering	-	-	-	+	+	+	+	+	+
B1 Teh hijau basah	-	-	-	+	+	+	-	-	-
B2 Teh hijau kering	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B3 Teh hitam basah	-	-	-	+	+	+	+	+	+
B4 Teh hitam kering	-	-	-	+	+	+	+	+	+

Keterangan :

Sampel A : home industri pertama

Sampel B : home industri kedua

Positif menggunakan HCl: terdapat endapan putih

Positif menggunakan KI : terdapat endapan kuning

Positif menggunakan NaOH : terdapat endapan putih

Verifikasi Metode Analisis

Akurasi

Tabel 2. Hasil akurasi metode analisis timbal

Konsentrasi Pb (mg/L)	Absorbansi	X	Recovery %	Rata-rata Recovery %
0,1	0,0048	0,120820111	121	117
	0,0046	0,117750912	118	
	0,0043	0,113147113	113	
0,5	0,031	0,522885189	105	104
	0,0307	0,518281391	104	
	0,0309	0,52135059	104	
1	0,063	1,013957041	101	99
	0,0613	0,987868849	99	
	0,0607	0,978661251	98	

Presisi

Tabel 3. Hasil presisi metode analisis timbal

Konsentrasi Pb (mg/L)	Absorbansi	Rata-rata absorbansi	SD	RSD %
0,1	0,0048	0,080558309	0,0012	1%
	0,0046			
	0,0043			
0,5	0,031	0,359387095	0,0025	1%
	0,0307			
	0,0309			
1	0,063	0,685760637	0,00356	1%
	0,0613			
	0,0607			



LoD dan LoQ

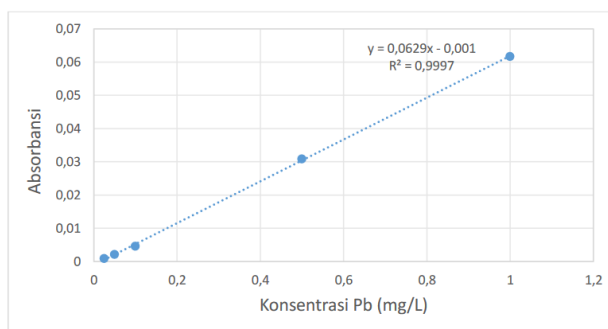
Tabel 4. Hasil LoD dan LoD metode analisis timbal

Konsentrasi Pb (mg/L)	Absorbansi	y=a+bx	y-y'	(y-y') ²	x rata-rata
0,025	0,0009	0,000567094	0,000332906	1,10826E-07	0,335
0,05	0,0022	0,002139103	6,08974E-05	3,7085E-09	
0,1	0,0046	0,00528312	-0,00068312	4,66652E-07	
0,5	0,0309	0,030435256	0,000464744	2,15987E-07	
1	0,0617	0,061875427	-0,000175427	3,07748E-08	
			Sigma	8,27949E-07	
				2,75983E-07	
			Sy/x	0,000525341	
			LOD	0,018570214	
			LOQ	0,023546103	

Linieritas

Tabel 5. Hasil linieritas metode analisis timbal

Konsentrasi Pb (mg/L)	Absorbansi
0,025	0,0009
0,05	0,0022
0,1	0,0046
0,5	0,0309
1	0,0617



Gambar 1. Grafik hasil uji linieritas

Penentuan Kadar Timbal Dalam Sampel

Tabel 6. Hasil penentuan kadar timbal dalam sampel

Sampel	Kadar (mg/L)
A1 Teh hijau basah	1,418367 ± 0,268476
A2 Teh hijau kering	1,257467 ± 0,058738
A3 Teh hitam basah	1,034233 ± 0,07925
A4 Teh hitam kering	1,1893 ± 0,361958
B1 Teh hijau basah	1,107567 ± 0,15765
B2 Teh hijau kering	1,223133 ± 0,121493
B3 Teh hitam basah	1,22315 ± 0,121487
B4 Teh hitam kering	1,2231 ± 0,091799

Keterangan :

A = home industri pertama

B = home industri kedua



Analisis Hasil

Tabel 7. Hasil uji normalitas timbal

Shapiro Wilk		
	Kelompok	sig.
Home Industri A	A1 B	.726
	A2 K	1.000
	A3 B	1.000
	A4 K	.675
Home Industri B	B1 B	1.000
	B2 K	.637
	B3 B	.637
	B4 K	.576

Tabel 8. Uji homogenitas

		sig.
Home Industri A	Based on mean	.113
Home Industri B	Based on mean	.919

Tabel 9. Hasil uji analisis one way anova

		sig.
Home Industri A		.231
Home Industri B		.672

**4. PEMBAHASAN
Preparasi Sampel**

Preparasi sampel dilakukan dengan metode destruksi basah dan kering, yaitu melalui penambahan larutan asam kuat dan pengabuan. Fungsi destruksi adalah untuk memutus ikatan antar senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis. Destruksi dilakukan untuk menguraikan bentuk senyawa logam menjadi bentuk logam-logam anorganik atau pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis[21]. Larutan kuat yang digunakan sebagai oksidator pada destruksi yaitu nitrobenzene karena memiliki kemampuan melarutkan logam dengan proses yang lebih cepat[22]. Metode destruksi dengan penambahan HNO3 sebagai pengoksidasi karena pelarut logam yang baik, Pb teroksidasi oleh HNO3 sehingga menjadi larut[11]. Suhu yang digunakan 100°C - 150°C karena jika suhu dinaikkan lagi, larutan akan berubah warna menjadi hitam.

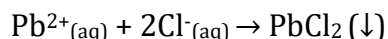
Hasil pengamatan menunjukkan terdapat perbedaan suhu yang dibutuhkan, banyaknya pelarut yang digunakan dan waktu. Pada destruksi basah suhu yang digunakan 100°C - 150°C dengan waktu kurang lebih 5 - 9 jam dan pelarut yang digunakan membutuhkan banyak kisaran 36 : 12 mL. Untuk destruksi kering suhu yang digunakan 100°C - 120°C dengan waktu kurang lebih 2 - 3 jam dan hanya membutuhkan sedikit pelarut yaitu 9:3 mL.

Uji Kualitatif Timbal (Pb)

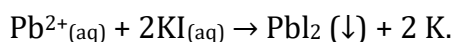
Hasil uji kualitatif menggunakan reagen HCl diperoleh bahwa sampel A1 teh hijau basah dan B2 teh hijau kering yang ditambahkan reagen HCl terbentuk sedikit endapan



putih sehingga dapat dikatakan bahwa sampel positif timbal. Endapan putih terbentuk dikarenakan jumlah sampel yang digunakan hanya 0,5 gram. Pada sampel A2 teh hijau kering, A3 teh hitam basah, A4 teh hitam kering, B1 teh hijau basah, B3 teh hitam basah, dan B4 teh hitam kering ditambahkan reagen HCl tidak terbentuk endapan putih. Endapan tidak terbentuk pada analisis larutan HCl karena kation dalam larutan tersebut tidak bereaksi dengan asam klorida.

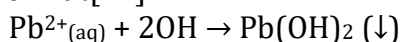


Reaksi pada penambahan reagen KI disebut reaksi presipitasi[13]. Hal ini dikarenakan terbentuknya endapan berupa PbI_2 . Senyawa ini berwarna kuning, sehingga apabila terbentuk akan terlihat adanya partikel berwarna kuning dengan reaksi sebagai berikut [23].



Hasil dari uji kualitatif menggunakan reagen KI pada sampel teh hijau dan teh hitam home industri A dan B didapatkan hasil bahwa pada semua sampel terbentuk endapan kuning. Endapan kuning terbentuk sedikit pada analisis KI karena sampel yang jumlah sampel yang terlarut hanya 0,5 gram.

Penambahan reagen NaOH dengan Pb^{2+} memberikan hasil terbentuknya endapan putih dengan reaksi sebagai berikut[24].



Hasil dari uji kualitatif menggunakan reagen NaOH pada sampel teh hijau dan teh hitam didapatkan bahwa sampel A1 teh hijau basah, A4 teh hitam kering, B2 teh hijau kering, B3 teh hitam basah, dan B4 teh hitam kering terbentuk sedikit endapan putih sehingga dapat dikatakan bahwa sampel positif timbal. Endapan putih terbentuk sedikit pada sampel yang positif dikarenakan jumlah sampel yang terlarut hanya 0,5 gram. Pada sampel A2 teh hijau kering, A3 teh hitam basah, dan B1 teh hijau basah tidak terbentuk endapan putih. Endapan tidak terbentuk pada analisis larutan NaOH karena larutan tersebut belum jenuh dengan zat yang menyebabkan endapan.

Uji Kuantitatif Timbal (Pb)

Uji kuantitatif dilakukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometri serapan atom untuk mengetahui kadar timbal (Pb) dalam sampel teh secara spesifik. Menurut BPOM Nomor HK.00.06.1.52.4011 dan SNI Nomor 7387:2009 batas cemaran logam berat timbal (Pb) dalam teh tidak lebih dari 2,0 mg/kg.

Verifikasi Metode

Akurasi

Akurasi merupakan metode pengukuran derajat terdekat hasil analisis dengan kadar yang sebenarnya. Hasil perhitungan uji % *recovery* pada konsentrasi 0,1 ppm diperoleh nilai rata-rata 117%, konsentrasi 0,5 ppm diperoleh rata-rata 104%, konsentrasi 1 ppm didapatkan nilai rata-rata 99%. Hasil menunjukkan bahwa data yang sudah didapatkan memenuhi persyaratan nilai % *recovery* yaitu pada rentang angka 80-120% [18]. Dengan demikian metode destruksi pada penelitian ini cukup baik karena nilai hasil % *recovery* sudah berada pada rentang presentase yang telah ditetapkan.

Presisi

Hasil %RSD didapatkan dengan menggunakan tiga konsentrasi yang berbeda, hal ini dapat dilakukan untuk menentukan nilai presisi. Berdasarkan data hasil %RSD yang telah diperoleh pada larutan standar yang digunakan untuk menentukan kadar timbal (Pb) dalam sampel didapatkan hasil 1% dimana syarat nilai presisi yaitu $\leq 2\%$. Hal ini



menyatakan bahwa nilai presisi dalam verifikasi cemaran logam timbal menggunakan spektrofotometri serapan atom memenuhi syarat.

LoD dan LoQ

Uji batas deteksi dilakukan untuk mengukur konsentrasi standar yang paling rendah yang dapat dideteksi nilai absorbansinya oleh instrumen. Hasil perhitungan LoD menunjukkan 0,018570214 mg/L dimana nilai LoD lebih kecil dari batas minimal deteksi dari instrumen dan dapat dikatakan sebagai sinyal alat terhadap analit, sehingga hasil pengukuran dikatakan dapat dipercaya / tidak noise. Hasil perhitungan nilai LoQ sebesar 0,023546103 mg/L. Pada rentang 0,025 ppm hingga 1 ppm dalam kurva kalibrasi menunjukkan hasil yang linier, nilai LoD dan LoQ memenuhi syarat karena tidak melebihi konsentrasi paling kecil dari kurva baku.

Linieritas

Berdasarkan data kurva kalibrasi dapat dilihat bahwa y adalah absorbansi dan b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep. Semakin besar nilai absorbansi yang diperoleh maka semakin besar pula nilai konsentrasi yang didapatkan. Nilai absorbansi sama dengan nilai konsentrasi, jika nilai konsentrasi tinggi maka nilai absorbansi juga akan tinggi, sebaliknya jika nilai konsentrasi rendah maka absorbansinya juga akan rendah. Sebagai parameter adanya hubungan linier menggunakan koefisien korelasi (r) pada analisis regresi linier $y = a + bx$ [25]. Hasil ideal apabila nilai koefisien korelasinya memenuhi persyaratan yakni $\geq 0,97$ berdasarkan SNI.

Hasil koefisien korelasi mendekati 1, dapat disimpulkan bahwa kurva kalibrasi timbal dapat digunakan untuk penentuan kadar timbal dalam sampel teh hijau dan teh hitam dari dua tempat home industri yang berada di Kota Karanganyar

Spesifitas

Spesifitas merupakan kemampuan untuk mengukur analit yang dituju secara tepat dan spesifik dengan adanya komponen lainnya sebagai matriks[26]. Spesifitas metode uji diperoleh dengan cara pengukuran sampel pada panjang gelombang Pb yaitu 283,3 nm dan sumber cahaya yakni lampu katoda berongga Pb. Hasil dari penentuan menunjukkan spesifitas dari metode yang digunakan, karena pada panjang gelombang tersebut hanya analit tertentu yang dapat terdeteksi.

Penentuan Kadar Timbal Dalam Sampel

Spektrofotometri serapan atom digunakan untuk menentukan kadar timbal (Pb) di sampel. Pengukuran panjang gelombang 283,3 nm karena terjadi penyerapan cahaya oleh atom untuk melakukan transisi elektron dari tingkat dasar ke tingkat eksitasi[27]. Pengukuran metode spektrofotometri serapan atom dikarenakan memiliki sensitifitas yang tinggi, proses cepat, jumlah cuplikan sedikit, spesifik terhadap unsur yang dianalisis, serta dapat digunakan untuk penentuan kadar unsur yang sangat rendah.

Logam timbal terdeteksi pada sampel teh hijau dan teh hitam pada home industri A dan B dengan destruksi basah dan kering. Hasil perolehan menunjukkan bahwa sampel memiliki hasil sedikit dan tidak melebihi batas cemaran yang ditentukan. Hasil perolehan kadar timbal dari seluruh sampel dinyatakan memenuhi persyaratan peraturan BPOM RI No. 12 tahun 2019 dan SNI Nomor 7387:2009 tentang cemaran dalam teh yakni sebesar ≤ 2 mg/kg untuk logam timbal.

Kadar timbal (Pb) yang terdeteksi pada penelitian ini kadar tertinggi pada home industri A yaitu sampel A1 hijau basah sebesar $1,418367 \pm 0,268476$ mg/kg dan kadar terendah pada sampel A3 hitam basah sebesar $1,07567 \pm 0,15765$ mg/kg.



Kadar tertinggi dari home industri B terdapat pada sampel B3 hitam basah sebesar $1,22315 \pm 0,121487$ mg/kg dan kadar terendah pada sampel B1 hijau basah sebesar $1,107567 \pm 0,15765$ mg/kg. Hasil perolehan kadar timbal dinyatakan bahwa semua sampel dikatakan aman dan memenuhi persyaratan batasan cemaran logam dalam Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2019 dan SNI Nomor 7387:2009 tentang persyaratan cemaran logam berat dalam teh yakni ≤ 2 mg/kg.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, terdapat cemaran logam timbal yang melebihi syarat peraturan BPOM RI tahun 2019 dan SNI tahun 2009 yakni ≤ 2 mg/kg. Adanya logam berat dalam teh dapat membahayakan kesehatan karena logam berat tersebut dapat menyebabkan efek toksik bagi tubuh manusia (Aziz, D., Jumadi., & Wiharto, M. 2012).

Analisis Hasil

Berdasarkan uji statistik menggunakan uji normalitas bahwa Tingkat signifikansi sampel teh hijau dan teh hitam secara destruksi basah dan kering pada toko pertama dan kedua memiliki nilai $(p) = > 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa data tersebut terdistribusi normal. Berdasarkan persyaratan, sebelum melakukan uji ANOVA yaitu data harus berdistribusi normal, langkah selanjutnya adalah menguji homogenitas data untuk mengetahui apakah data tersebut homogen atau tidak. Jika tingkat signifikansi data uji $> 0,05$ maka data tersebut homogen

Setelah melalui uji prasyarat dengan uji normalitas dan homogenitas, maka dapat digunakan uji hipotesis. Uji hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji statistik parametrik yaitu Uji One Way ANOVA. Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara tiga atau lebih kelompok yang tidak berpasangan.

Uji *One Way ANOVA* yang dilakukan pada sampel teh hijau dan teh hitam pada kedua tempat home industri yang berbeda dengan metode destruksi basah dan kering. Hasil dikatakan tidak adanya perbedaan signifikan dengan nilai $p > 0,05$ sedangkan hasil yang menyatakan terdapat perbedaan yang signifikan saat nilai $p < 0,05$. Pada analisis menunjukkan bahwa perlakuan antara destruksi basah dan kering pada sampel teh hijau dan teh hitam dari kedua home industri tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Kania, P.P & Syahfitri W.Y.N (2018) yang membandingkan antara destruksi basah dan kering dengan hasil yang tidak ada perbedaan yang signifikan. Hasil menyatakan tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap hasil analisis unsur logam dengan menggunakan destruksi kering maupun destruksi basah pada beberapa sampel teh. Meskipun demikian, preparasi sampel teh dengan menggunakan destruksi basah maupun kering memiliki beberapa keunggulan masing-masing.

5. KESIMPULAN

Kadar tertinggi dari home industri A yaitu sampel A1 hijau basah sebesar $1,418367$ mg/kg, kadar terendah pada A3 hitam basah sebesar $1,07567$ mg/kg. Kadar tertinggi dari home industri B pada sampel B3 hitam basah sebesar $1,22315$ mg/kg, kadar terendah pada B1 hijau basah sebesar $1,107567$ mg/kg. Kadar Pb teh di Kota Karanganyar sesuai ketentuan oleh BPOM. Hasil analisis timbal (Pb) baik destruksi basah maupun kering menunjukkan tidak berbeda signifikan, sehingga metode tersebut dapat digunakan dalam analisis logam timbal.



6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi yang sudah memberikan fasilitas laboratorium untuk proses penyelesaian penelitian ini. Terimakasih kepada Ibu Dr. Nuraini Harmastuti, S.Si., M.Si selaku Pembimbing Utama dan Ibu apt. Vivin Nopiyanti, M.Sc selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan dukungan, pengarahan, motivasi, kritik dan saran selama penyusunan skripsi ini.

REFERENCES

- [1] M. Kusmiyati, Y. Sudaryat, I. A. Lutfiah, A. Rustamsyah, and D. Rohdiana, "Aktivitas antioksidan, kadar fenol total, dan flavonoid total dalam daun teh hijau (*Camellia sinensis* L.) O. Kuntze) asal tiga perkebunan Jawa Barat," *J. Sains Teh dan Kina*, vol. 18, no. 2, pp. 101–106, 2016.
- [2] T. Zhao, C. Li, S. Wang, and X. Song, "Green Tea (*Camellia sinensis*): A Review of Its Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology," *Molecules*, vol. 27, no. 12, 2022, doi: 10.3390/molecules27123909.
- [3] A. A. Nugroho and R. Kurniawati, "Manfaat Eksreak Teh Hjau Terhadap Penurunan Berat Badan," *J. Ilm. Keperawatan*, vol. 1, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.akperalkautsar.ac.id/index.php/JIKKA/article/view/15><https://jurnal.akperalkautsar.ac.id/index.php/JIKKA/article/view/15>
- [4] B. N. Singh, P. Prateeksha, A. K. S. Rawat, R. M. Bhagat, and B. R. Singh, "Black tea: Phytochemicals, cancer chemoprevention, and clinical studies," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 57, no. 7, pp. 1394–1410, 2017, doi: 10.1080/10408398.2014.994700.
- [5] C. Jeyaseelan and A. Gupta, "Green tea leaves as a natural adsorbent for the removal of Cr(VI) from aqueous solutions," *Air, Soil Water Res.*, vol. 9, no. Vi, pp. 13–19, 2016, doi: 10.4137/ASWR.S35227.
- [6] R. Nafi'ah, "KINETIKA ADSORPSI Pb (II) DENGAN ADSORBEN ARANG AKTIF DARI SABUT SIWALAN KINETICS ADSORPTION OF Pb(II) BY SIWALAN FIBER ACTIVATED CARBON," *J. Farm. Sains dan Prakt.*, vol. I, no. 2, pp. 28–35, 2016.
- [7] H. K. Fatimah, "VALIDASI METODE UJI CEMARAN LOGAM TIMBAL (Pb) PADA TEH KERING TAMBI ' WANGI CORBANG ' SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)," 2013.
- [8] D. Azis, O. Jumadi, and M. Wiharto, "Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Daun Tanaman Teh (*Camellia sinensis* O.K) dan Tanah Perkebunan Teh yang berada di Kawasan Puncak Malino," *J. Sainsmart*, vol. I, no. 1 Maret, pp. 13–22, 2012.
- [9] B. Euler *et al.*, "Editorial Board," *J. Process Control*, vol. 74, no. 19, p. ii, 2019, doi: 10.1016/s0959-1524(19)30059-9.
- [10] Faqihuddin and M. I. Ubaydillah, "Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian Ke-III (SNHRP-III 2021) Perbandingan Metode Destruksi Kering Dan Destruksi Basah Instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Untuk Analisis Logam," *Semin. Nas. Has. Ris. dan Pengabdi. ke-III*, no. 86, pp. 121–127, 2021.
- [11] D. S. Asmorowati, S. S. Sumarti, and I. I. Kristanti, "Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Untuk Analisis Timbal Dalam Tanah Di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 09, no. 03, pp. 169–173, 2020.
- [12] C. A. Beardsley, K. Z. Fuller, T. H. Reilly, and C. S. Henry, "Method for analysis of environmental lead contamination in soils," *Analyst*, vol. 146, no. 24, pp. 7520–7527, 2021, doi: 10.1039/d1an01744f.



- [13] M. Menut and F. Lequien, "Modelling of Lead Corrosion in Contact with an Anaerobic HCl Solution, Influence of the Corrosion Product Presence," *Coatings*, vol. 12, no. 9, 2022, doi: 10.3390/coatings12091291.
- [14] Iswandi, S. Kotijah Sari, and R. Harjanti, "Artikel Penelitian Analysis of Contamination of Lead Metal (Pb) and Cadmium (Cd) in Whitening Serum Circulating in Online Stores with Atomic Absorption Spectrophotometry," *J. Farm. Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 54–62, 2023, [Online]. Available: <https://www.journal-afamedis.com/index.php/afamedis>
- [15] A. N. R. Purnamasari, A. S. Mubarak, and M. Mulyono, "Analysis of Cadmium (Cd) Heavy Metal Using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) Method in Canned Crab Products at Balai Pengujian Mutu Hasil Perikanan (BPMHP) Semarang, Central Java," *J. Mar. Coast. Sci.*, vol. 10, no. 2, p. 93, 2021, doi: 10.20473/jmcs.v10i2.27661.
- [16] E. Hely, M. A. Zaini, and A. Alamsyah, "PENGARUH LAMA PENERINGAN TERHADAP SIFAT FISIKO KIMIA TEH DAUN KERSEN (*Muntingia calabura L.*)," *J. Agrotek UMMat*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.31764/agrotek.v5i1.225.
- [17] BPOM, "Peraturan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.03.1023.08.11.07331 Tahun 2011 Tentang Metode Analisis Kosmetika," *Jakarta BPOM*, pp. 1–92, 2011.
- [18] D. Hanwar, D. E. Nitoviani, and A. Suhendi, "Validation of Atomic Absorption Spectrometry Method for Contamination Determination of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) in Methanol Extract and Product of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.," *JKPK (Jurnal Kim. dan Pendidik. Kim.)*, vol. 2, no. 3, p. 198, 2018, doi: 10.20961/jkpk.v2i3.11968.
- [19] R. Adolph, "濟無No Title No Title No Title," pp. 1–23, 2016.
- [20] Arif, D. Ade Alfarez, and M. Rizky Ramadhan, "Anova dan Tukey HSD Perbandingan Produksi Padi Antara Tiga Kabupaten di Provinsi Jambi Anova and Tukey HSD Comparison of Rice Production Between Three Regencies in Jambi Province," *Multi Prox. J. Stat. Univ. Jambi*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31, 2023, [Online]. Available: <https://online-journal.unja.ac.id/multiproximity23><https://doi.org/10.22437/multiproximity.v2i1.25908>
- [21] E. A. Lukashov, E. V. Radkevich, M. I. Sidorov, and O. A. Vasil'Eva, *Investigation of the process of destruction of structural materials by the method of mathematical reconstruction in the form of a nonequilibrium phase transition*, vol. 2048, no. May 2015. 2018. doi: 10.1063/1.5082019.
- [22] Djamilah Arifiyana, "Identifikasi Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Lipstick yang Beredar di Pasar Darmo Trade Center (DTC) Surabaya dengan Reagen Sederhana," *J. Pharm. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–16, 2018.
- [23] T. Alawiyah and R. Rahmadani, "Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Air Dan Ikan Papuyu Di Daerah Sungai Alalak Dengan Metode Spectrofotometri Serapan Atom (SSA)," *J. Pharm. Care Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 42–48, 2021, doi: 10.33859/jpcs.v2i1.139.
- [24] E. F. Yanti and Z. Laili, "Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Body Lotion Yang Beredar di Pasar Jember," *J. Islam. Pharm.*, vol. 7, no. 2, pp. 94–99, 2023, doi: 10.18860/jip.v7i2.17448.
- [25] G. A. Wardani, S. L. Abiya, and F. Setiawan, "Analysis of the Lead on Lip Tint



- Cosmetics on the Market Using UV-Vis Spectrophotometry Method," *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 5, no. 1, p. 87, 2020, doi: 10.30870/educhemia.v5i1.7598.
- [26] R. M. Lerner and M. H. Bornstein, "Contributions of the specificity principle to theory, research, and application in the study of human development: A view of the issues," *J. Appl. Dev. Psychol.*, vol. 75, no. May, p. 101294, 2021, doi: 10.1016/j.appdev.2021.101294.
- [27] T. Müller *et al.*, "A quantum light-emitting diode for the standard telecom window around 1,550 nm," *Nat. Commun.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1038/s41467-018-03251-7.

