

PERBANDINGAN DESTRUKSI BASAH DAN KERING DENGAN VARIASI ZAT PENGOKSIDASI PADA ANALISIS TIMBAL DALAM RAMBUT PETUGAS OPERATOR SPBU SECARA AAS

Talitha Rahma Faisa

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya; talithafaisa20@gmail.com

Ayu Puspitasari

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya; ayupuspitasari25@gmail.com

Lully Hanni Endarini

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya; lendarini@poltekkesdepkes-sby.ac.id

ABSTRACT

Lead (Pb) is a heavy metal that can cause poisoning and accumulate in the human body. Determination of lead levels by using AAS the condition is that the sample must be a solution, then it is necessary to destruct first. There are two types of destruction that can be done, namely wet destruction using acid reagents to decompose samples and dry destruction by heating or destruction using very high temperatures. HNO_3 oxidizing agent and HNO_3 mixture with HClO_4 are the main oxidizing agents that can provide the best destructive results compared to other oxidizing agents. This study aims to determine the best oxidizing and destructive substances present in the hair using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The research was conducted at Surabaya regional health laboratory in April - May 2021. This research is comparative research. The sample used is the hair of gelam gas station operator officer, Candi. There are two ways of preparing samples that can be done in pb analysis on hair, namely proses wet and dry destruction. The result of destruction is determined by the level of lead using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results of the analysis pno dry destruction HNO_3 as a whole has rentang lead levels 0.1281-0.1958 mg / L. Dry destruction HNO_3 : HClO_4 secara overall has rentang lead levels 0.1457-0.2159 mg /L. HNO_3 closed wet construction has lead content range 0.1431-0.2034 mg/L and wet destructive closed HNO_3 : HClO_4 has lead content range 0.1080-0.5371 mg/L. Based on these results, it can be known that all hair samples tested in this study contain lead levels that are still within normal limits or within the tolerance limit of $< 12 \mu\text{g/g}$.

Keywords : Lead; destructive; oxidizing agent; Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).

ABSTRAK

Timbal (Pb) adalah logam berat yang dapat menyebabkan keracunan dan terakumulasi dalam tubuh manusia. Penentuan kadar timbal dengan menggunakan AAS syaratnya adalah sampel harus berupa larutan, maka perlu dilakukan destruksi terlebih dahulu. Terdapat dua jenis pendestruksian yang bisa dilakukan yaitu destruksi basah menggunakan pereaksi asam untuk mendekomposisi sampel dan destruksi kering dengan pemanasan atau penghancuran menggunakan suhu yang sangat tinggi. Zat pengoksidasi HNO_3 dan campuran HNO_3 dengan HClO_4 merupakan pengoksidasi utama yang dapat memberikan hasil destruksi terbaik dibandingkan pengoksidasi lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan zat pengoksidasi dan destruksi terbaik yang ada pada rambut menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya pada bulan April - Mei 2021. Penelitian ini merupakan penelitian komparatif. Sampel yang digunakan adalah rambut petugas operator SPBU Gelam, Candi. Terdapat dua cara preparasi sampel yang dapat dilakukan dalam analisis Pb pada rambut yaitu proses destruksi basah dan kering. Hasil destruksi ditentukan kadar timbalnya menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Hasil analisis pada destruksi kering HNO_3 secara keseluruhan memiliki rentang kadar timbal 0,1281-0,1958 mg/L. Destruksi kering HNO_3 : HClO_4 secara keseluruhan memiliki rentang kadar timbal 0,1457-0,2159 mg/L. Destruksi basah tertutup HNO_3 memiliki rentang kadar timbal 0,1431- 0,2034 mg/L dan destruksi basah tertutup HNO_3 : HClO_4 memiliki rentang kadar timbal 0,1080-0,5371 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa semua sampel rambut yang diuji pada penelitian ini mengandung kadar timbal yang masih berada dalam batas normal atau dalam batas toleransi yaitu $< 12 \mu\text{g/g}$.

Kata Kunci : Timbal; destruksi; zat pengoksidasi; Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).

PENDAHULUAN

Polusi logam berat termasuk timbal (Pb) adalah masalah yang serius di negara maju maupun negara berkembang seperti Indonesia. Polusi timbal berkaitan erat dengan pertambangan, asap kendaraan bermotor, dan

industri yang menggunakan bahan baku timbal seperti bahan bakar minyak yang mengandung bahan kimia beracun. Bahan bakar minyak dapat menghasilkan uap atau gas di udara yang menyebabkan dampak buruk bagi kesehatan manusia¹. Unicef dan Pure Earth melaporkan pada Juli 2020, ditemukan bahwa sekitar 1 dari 3 anak atau sekitar 800 juta anak di dunia memiliki kadar timbal dalam darah sebesar atau lebih dari 5 µg/dL.

Timbal merupakan salah satu logam berat yang banyak terkandung dalam gas buang asap kendaraan bermotor, dimana bensin bertimbal masih digunakan. Bahan bakar kendaraan bermotor memiliki kontribusi pencemaran yang besar pada udara yaitu sebesar 70%. Asap kendaraan bermotor mengandung zat-zat kimia yang dapat mengganggu keseimbangan metabolisme tubuh manusia. Zat-zat kimia yang terkandung dalam asap kendaraan bermotor antara lain karbon monoksida, nitrogen oksida, dan timbal². Salah satu kelompok yang mempunyai risiko tinggi untuk terpapar timbal secara langsung adalah petugas operator SPBU. Paparan timbal dapat bersal dari emisi kendaraan yang datang maupun uap yang berasal dari bensin saat pengisian. Beberapa penelitian melaporkan kadar timbal pada pekerja SPBU baik pria maupun wanita melebihi batas kadar aman dan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti hipertensi, rasa mual, kelelahan, susah bernapas, dan gusi berdarah³.

Dalam suatu penelitian yang dilakukan oleh Melinda (2019) mengatakan bahwa operator SPBU Kartini Kota Palu positif telah terpapar timbal. Kadar timbal tertinggi yaitu 29,8 mg/L, sedangkan kadar timbal terendah 1,5 mg/L. Sedangkan, Subagianda (2011) dalam penelitiannya menyatakan adanya hubungan antara lama bekerja dengan kandungan timbal dalam tubuh seseorang. Menurut Subagianda, interaksi yang lama antara petugas SPBU dengan bahan bakar dapat menyebabkan petugas SPBU rentan terhadap paparan timbal, hal ini dapat terjadi akibat adanya penguapan bahan bakar ke udara, bahan bakar tersebut dihirup secara langsung melalui saluran pernafasan kemudian mengendap dan terakumulasi di dalam tubuh.

Noviyanti (2012) dalam penelitiannya mengatakan bahwa timbal yang terhirup dan masuk sistem pernapasan akan ikut beredar ke seluruh jaringan, terakumulasi dalam tubuh dan sisanya akan dikeluarkan dalam urin yaitu sebanyak 75-80%, melalui feses 15%, dan lainnya melalui empedu, rambut, keringat, dan kuku. Pada umumnya ekskresi timbal berjalan sangat lambat. Akumulasi timbal di dalam tubuh dapat dideteksi melalui darah, tulang, dan rambut⁷. Pada rambut terdapat gugusan-gugusan sulfhidril (-SH) dan disulfida sistin (-S-S-) yang mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh. Senyawa sulfida mudah terikat oleh logam berat, maka apabila logam berat masuk ke dalam tubuh akan terikat oleh senyawa sulfida dalam rambut⁸. Sedangkan, Putra (2015) dalam penelitiannya juga mengatakan bahwa kadar timbal pada rambut dan kuku polisi lalu lintas di Kota Pekanbaru dan Kota Bengkalis didapatkan rata-rata kadar timbal dalam tubuh lebih banyak terkandung pada rambut sebesar 17,56 ppm, sementara kadar timbal yang terkandung pada kuku sebesar 2,33 ppm. Hal ini menunjukkan adanya perbandingan yang signifikan secara statistik pada kadar timbal dalam rambut dan kuku polisi lalu lintas di Kota Pekanbaru dan Kota Bengkalis.

Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA) digunakan untuk menentukan kadar logam berat (Pb). Metode analisis menggunakan SSA merupakan metode yang banyak digunakan untuk menganalisis logam berat karena disamping relatif dan sederhana, metode ini juga selektif dan sangat sensitif. Oleh karena itu metode SSA menjadi metode analisis yang sering digunakan untuk mengukur sampel logam dengan kadar yang sangat kecil¹⁰. Penentuan kadar logam dengan menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA) terlebih dahulu dilakukan destruksi. Destruksi adalah suatu perlakuan untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk materi yang dapat diukur sehingga kandungan unsur-unsur di dalamnya dapat dianalisis. Terdapat dua macam destruksi yaitu destruksi kering dan basah. Pada destruksi kering menggunakan pemanasan atau penghancuran dengan suhu yang sangat tinggi dan destruksi basah menggunakan pereaksi asam. Dalam metode destruksi basah, asam-asam yang digunakan adalah asam nitrat (HNO₃), asam sulfat (H₂SO₄), asam perklorat (HClO₄), asam klorida (HCl), dan dapat digunakan secara tunggal atau campuran¹¹.

Dalam suatu penelitian yang dilakukan oleh Yusuf (2018), tentang perbandingan metode destruksi basah dan destruksi kering terhadap analisis logam Pb pada tanaman rumput bebek (*Lemna minor*) dapat diketahui bahwa analisis dengan menggunakan destruksi basah lebih baik dibandingkan destruksi kering. Menurut¹³, bahwa metode destruksi basah lebih baik daripada cara kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suhu pengabuan yang sangat tinggi. Destruksi dengan cara basah biasanya dilakukan untuk memperbaiki cara kering yang memerlukan waktu yang lama. Sedangkan, menurut penelitian Asmorowati (2020), tentang metode destruksi analisis Pb dalam rambut dengan AAS menunjukkan hasil dengan pengoksidasi HNO₃ dan HClO₄ (5:1) lebih valid dengan kadar Pb sebesar 2,44 ppm. Selain itu, penelitian yang dilakukan Ullah (2017) menyatakan bahwa hasil kadar timbal yang didapatkan dengan mencampurkan zat pengoksidasi HNO₃ dan HClO₄ (4:1) pada sampel facial talcum powder adalah 0,41 µg/g. Dan Yusuf (2018) dalam penelitiannya tentang analisis logam Pb pada tanaman rumput bebek menunjukkan bahwa pelarut HNO₃ lebih baik dengan nilai % recovery yang mendekati nilai 100%.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan masih terdapat adanya kekurangan tentang jenis destruksi dan variasi zat pengoksidasi pada rambut petugas operator SPBU, sehingga perlu dilakukan penelitian yang membandingkan metode SSA dengan destruksi kering dan destruksi basah variasi zat

pengoksidasi pada rambut petugas operator SPBU, serta juga untuk mengetahui jenis destruksi dan zat pengoksidasi yang sesuai untuk analisis Pb dalam rambut.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian komparatif Populasi penelitian ini adalah operator petugas stasiun pengisian bahan bakar umum yang bekerja di SPBU Jalan Raya Gelam. Jumlah subjek yang digunakan dihitung menggunakan rumus *Frederer* yaitu sebanyak 6 orang. Pemeriksaan kadar timbal dalam rambut dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya menggunakan metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Data yang diperoleh akan diuji normalitasnya dengan uji *Kolmogrov-Sminorv*. Jika data hasil penelitian menunjukkan nilai homogen dan distribusi normal maka dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*. Tetapi jika data hasil penelitian menunjukkan nilai tidak berdistribusi normal maka menggunakan uji *Kruskal-Walis*.

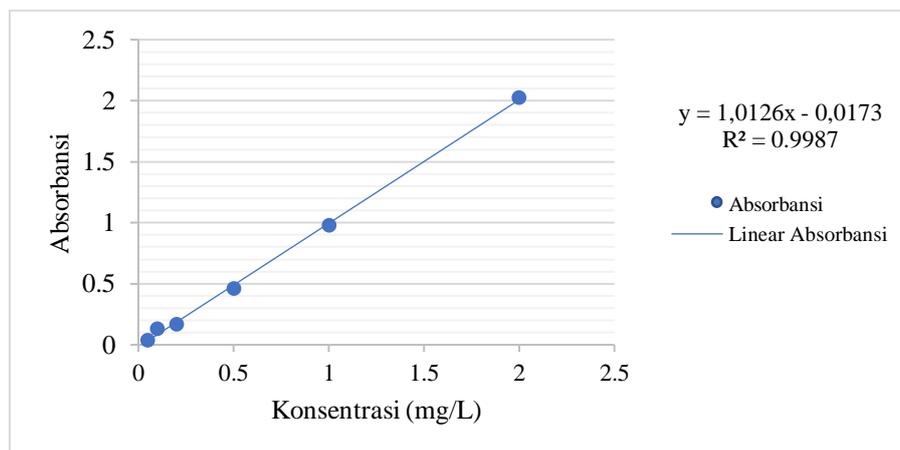
HASIL

Pengukuran kadar timbal pada rambut pada penelitian ini diukur menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry*. Langkah pertama dalam membuat kurva standar Pb dari hasil absorbansi pada konsentrasi 2ppm; 1 ppm; 0,5 ppm; 0,2 ppm; 0,1 ppm; 0,05 ppm dengan panjang gelombang 283 nm. Data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Absorbansi Larutan Standar Pb Panjang Gelombang 283 nm

Konsentrasi standar (mg/L)	Absorbansi
2	2,0225
1	0,9878
0,5	0,4618
0,2	0,1658
0,1	0,1306
0,05	0,0353

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil absorbansi pada konsentrasi 0,05 sampai 2 mg/L yang selanjutnya dibuat kurva standar dan diperoleh persamaan garis regresinya, dimana, untuk kurva baku dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Kurva Standar

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai persamaan regresi linear yang didapat adalah $y = 1,0126x - 0,0173$ dengan nilai koefisiensi korelasi (R^2) = 0,9987. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara data absorbansi dengan konsentrasi. Semakin tinggi nilai konsentrasinya, maka nilai absorbansinya akan semakin tinggi pula. Berdasarkan persamaan itu, maka kadar Pb pada sampel dapat ditentukan. Setelah didapatkan persamaan garis regresi, selanjutnya dilakukan pengukuran kadar timbal pada tiap-tiap kelompok perlakuan. Hasil pemeriksaan kadar timbal pada rambut dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Kadar Timbal Dalam Rambut yang Telah Diberi Perlakuan

Kode Sampel	Kadar Timbal (mg/L)			
	A	B	C	D
1	0,1281	0,1457	0,1431	0,1833
2	0,1958	0,1507	0,2034	0,1783
3	0,1808	0,1758	0,1657	0,1657
4	0,1632	0,2159	0,1406	0,1632
5	0,1482	0,2084	0,1708	0,1080
6	0,1632	0,1732	0,1657	0,5371

Keterangan :

- A : Destruksi Kering HNO₃
- B : Destruksi Kering HNO₃ : HClO₄
- C : Destruksi Basah Tertutup HNO₃
- D : Destruksi Basah Tertutup HNO₃ : HClO₄

Pada Tabel 2 menunjukkan terdapat perbedaan hasil analisis kadar timbal dalam rambut di setiap perlakuan destruksi dengan variasi zat pengoksidasi. Pada destruksi kering HNO₃ secara keseluruhan memiliki rentang kadar timbal 0,1281-0,1958 mg/L. Destruksi kering HNO₃ : HClO₄ secara keseluruhan memiliki rentang kadar timbal 0,1457-0,2159 mg/L. Destruksi basah tertutup HNO₃ memiliki rentang kadar timbal 0,1431- 0,2034 mg/L dan destruksi basah tertutup HNO₃ : HClO₄ memiliki rentang kadar timbal 0,1080-0,5371 mg/L.

PEMBAHASAN

Pengukuran kadar timbal rambut destruksi basah dan destruksi kering dengan variasi zat pengoksidasi diukur dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Analisis logam menggunakan AAS memiliki salah satu syarat yaitu sampel harus berupa larutan, maka sebelum kadar Pb dalam rambut dianalisis dilakukan destruksi terlebih dahulu. Destruksi berfungsi untuk memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis⁽¹⁵⁾. Terdapat dua cara destruksi sampel yang dapat dilakukan dalam analisis Pb pada rambut yaitu dengan metode destruksi kering (*dry ashing*) atau destruksi basah (*wet digestion*). Penelitian ini menggunakan cara destruksi basah tertutup dan destruksi kering, pada masing-masing metode destruksi menggunakan variasi zat pengoksidasi HNO₃; HNO₃ : HClO₄. Pada destruksi kering HNO₃ hasil tertinggi didapatkan kadar 0,1958 mg/L. Destruksi kering HNO₃ : HClO₄ hasil tertinggi didapatkan kadar 0,2159. Pada Destruksi basah tertutup hasil tertinggi didapatkan kadar 0,2034. Destruksi basah tertutup HNO₃ : HClO₄ hasil tertinggi didapatkan kadar 0,5371. Hal tersebut kemungkinan dapat terjadi karena faktor destruksi.

Destruksi Kering

Pada destruksi kering yang menggunakan pelarut HNO₃ secara keseluruhan memiliki rentang kadar timbal 0,1281-0,1958 mg/L. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiratama *et al.* (2018) didapatkan kadar timbal dalam rambut dengan destruksi kering pelarut yang sama dengan rentang 0,03-0,07 mg/L. Kadar timbal tersebut masih berada dalam batas normal atau dalam batas toleransi untuk rambut yaitu < 12 mg/L. Pada destruksi kering dengan variasi zat pengoksidasi HNO₃ : HClO₄ rentang kadar timbal yang didapatkan yaitu 0,1457-0,2159 mg/L. Hal ini menunjukkan kadar timbal yang diperoleh lebih tinggi konsentrasinya pada variasi zat pengoksidasi HNO₃ : HClO₄. Karena pelarut HNO₃ pekat merupakan asam yang paling efektif untuk memecah sampel menjadi senyawa yang mudah terurai. Asam nitrat merupakan pelarut logam yang baik untuk mengoksidasi Pb sehingga menjadi larut⁽⁸⁾. Sedangkan HClO₄ sebagai campuran asam untuk mendestruksi dan berfungsi sebagai oksidan yang kuat (oksidator) untuk membantu HNO₃ mendekomposisi matriks organik rambut sehingga rambut dapat larut secara sempurna⁽¹⁵⁾. Sehingga penggunaan kombinasi asam sebagai zat pengoksidasi akan memberikan kekuatan asam yang lebih baik, khususnya untuk melarutkan logam-logam yang terdapat dalam sampel organik dan mendegradasi sampel organik.

Wiratama (2018) dalam penelitiannya mengatakan bahwa destruksi kering dilakukan dengan pemanasan menggunakan tanur hingga suhu 600°C selama 85 menit. Pada penelitian ini destruksi kering menggunakan pemanasan pada suhu 600°C selama 85 menit dan diperoleh abu berwarna putih keabuan. Hasil yang diperoleh menunjukkan beberapa sampel memiliki kadar yang cukup kecil karena saat pengabuan dengan tanur ada sebagian dari Pb yang semula terikat dengan matriks polimer belum dapat terdestruksi keseluruhan sehingga sebagian senyawa organik masih mengikat Pb. Kemungkinan juga beberapa senyawa teradsorpsi pada permukaan wadah silikat termasuk Pb sehingga pada saat analisis Pb yang terdeteksi cukup kecil. Sedangkan beberapa sampel memiliki kadar yang lebih tinggi hal tersebut karena destruksi kering menggunakan suhu tinggi selama proses furnace membuat senyawa organik yang terkandung dalam sampel teruapkan, sehingga

meninggalkan abu yang merupakan zat anorganik yang tidak menguap. Dan destruksi kering terhindar dari pengotor-pengotor sehingga hal tersebut dapat menjadi penyebab hasil destruksi kering lebih tinggi.

Destruksi Basah

Destruksi basah tertutup dengan HNO_3 pada penelitian ini menghasilkan kadar timbal dalam rentang 0,1431- 0,2034 mg/L. Sedangkan destruksi basah tertutup HNO_3 : HClO_4 memiliki rentang kadar timbal 0,1080-0,5371 mg/L. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh ¹⁷ perhitungan konsentrasi Pb dalam sampel rambut hasil dari metode destruksi basah berturut-turut 0,0139 mg/L dan 0,1648 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa destruksi basah tertutup campuran HNO_3 : HClO_4 lebih baik dibandingkan dengan asam tunggal karena campuran tersebut dapat mendestruksi lebih banyak daripada HNO_3 tunggal.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Laili (2016) dan Amalullia, D. (2016) menyatakan bahwa destruksi basah tertutup pemanasan dengan suhu 100°C hingga larutan menjadi jernih. Sedangkan, Rustika (2016) dalam penelitiannya juga dilakukan pemanasan 100 °C selama 3 jam pada destruksi tertutup. Selain itu, Kristianingrum (2012) pada penelitiannya juga menggunakan suhu 100 °C, namun tidak stabil selama 3 jam, namun hasil destruksi yang diperoleh berupa larutan yang jernih sehingga bisa dilanjutkan untuk penentuan kadar dengan AAS. Karena larutan jernih menunjukkan bahwa semua konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan beberapa sampel memiliki kadar yang lebih tinggi karena pada destruksi tertutup tidak banyak senyawa yang menguap dan pada destruksi ini mempunyai tekanan yang besar. Tekanan yang besar akan mempercepat putusannya ikatan-ikatan kimia senyawa organik yang ada pada sampel ⁽¹⁹⁾. Selain itu volume yang dihasilkan lebih banyak karena uap pada destruksi tertutup akan dikembalikan ke labu alas bulat oleh kondensor, sistem dalam labu alas bulat mengalami reaksi eksotermis. Sistem tersebut melepaskan kalor ke lingkungannya, kalor yang terlepas akan diterima dan didinginkan oleh kondensor yang mengalami reaksi endotermis, dimana sistem menerima kalor dari lingkungannya ⁽²¹⁾. Beberapa sampel pada penelitian ini memiliki kadar yang kecil, karena pada destruksi basah dimungkinkan senyawa organik masih ada karena suhu pemanasan tidak setinggi suhu furnace, sehingga pemutusan ikatan senyawa organik dalam sampel belum sempurna. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tiap perlakuan didapatkan kadar timbal yang masih berada dalam batas normal atau dalam batas toleransi untuk rambut yaitu < 12 mg/L ⁽²²⁾.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah kadar Pb dalam rambut menggunakan destruksi basah tertutup dengan HNO_3 memiliki rentang 0,1431- 0,2034 mg/L. Kadar Pb dalam rambut menggunakan destruksi basah tertutup campuran HNO_3 dan HClO_4 dengan variasi volume (5:1) memiliki rentang 0,1080-0,5371 mg/L. Kadar Pb dalam rambut menggunakan destruksi kering dengan HNO_3 memiliki rentang mg/L 0,1281-0,1958 mg/L. Kadar Pb dalam rambut menggunakan destruksi kering campuran HNO_3 dan HClO_4 dengan variasi volume (5:1) memiliki rentang 0,1457-0,2159 mg/L. Pada Penelitian ini menunjukkan tidak ada perbedaan kadar Pb dalam rambut menggunakan destruksi basah dan kering dengan variasi zat pengoksidasi pada petugas operator SPBU, sehingga tidak dapat ditentukan jenis destruksi dan zat pengoksidasi terbaik

DAFTAR PUSTAKA

1. Siska N. The Description Of Lead (Pb) In Hair Of Bus Driver Whose Route From Ujung Gading To Padang In 2016 By Novdian Siska; 2016.
2. Malaka T, Iryani M. Hubungan Kadar Timbel dalam Darah dengan Kadar Hemoglobin dan Hematokrit pada Petugas Pintu Tol Jagorawi The Correlation of Lead in Blood and Haemoglobin Concentration and Hematocrit Value of Toll Booth Workers at Jagorawi. *Kesehat Masy Nasionalasional*; 2011. 6:35–41.
3. Klopffleisch B, Sutomo AH, Irvati S. Kadar timbal dalam darah pada petugas stasiun pengisian bahan bakar Blood lead level among workers in gas station. *BKM J Community Med Public Heal*; 2017. 205–12.
4. Melinda A, Afni N. Analisis kadar timbal pada rambut operator spbu 74.941.03 kartini kota palu. 2019;
5. Subagiada K. Penentuan Kadar Timbal (Pb) dengan Bioindikator Rambut pada Pekerja SPBU Di kota Samarinda. *Jur Fis FMIPA*; 2011.
6. Noviyanti F. Gambaran Kadar Timbal dalam Urin pada Pegawai SPBU Di Kota Makassar. *Univ Islam negeri alaudin*; 2012.
7. Marianti A dan, Prasetya AT. *Biosantifika*. J unnes; 2013. 5(1).
8. Hidayati EN. Perbandingan Metode Destruksi pada Analisis Pb dalam Rambut dengan AAS; 2014. 3(2252).
9. Putra WH, Amin B, Anita S. Kadar Timbal (Pb) Pada Rambut dan Kuku Polisi Lalu Lintas di Kota

- Pekanbaru dan Kota Bengkalis. *Din Lingkungan Indones*; 2015. 2(2):121.
10. Rahayu M, Solihat MF. *Buku Ajar Toksikologi Klinik*. Vol. 7, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018. 1–16 p.
 11. Kristianingrum S. *Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel dan Efeknya*. *Semin Nas Penelitian, Pendidik dan Penerapan MIPA*; 2016; 2(3):195–202.
 12. Yusuf B. *Perbandingan Metode Destruksi Basah Dan Destruksi Kering Terhadap Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tanaman Rumput Bebek (Lemna Minor) The Comparison Wet Destruction Methods And Dry Destruction Of Lead Metal Analysis (Pb) On Duck Grass Plants*; 2018. 73–6.
 13. Asmorowati DS, Sumarti SS, Kristanti I. *Indonesian Journal of Chemical Science Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES*; 2020. 9(3).
 14. Ullah H, Noreen S, Rehman A, Waseem A, Zubair S, Adnan M, et al. *Comparative study of heavy metals content in cosmetic products of different countries marketed in Khyber Pakhtunkhwa , Pakistan*. *Arab J Chem*; 2017. 10(1):10–8.
 15. Ervina NH. *Perbandingan Metode Destruksi pada Analisis Pb dalam Rambut dengan AAS*. *Univ Negeri Semarang*; 2013.
 16. Wiratama S, Sitorus S, Kartika Jurusan Kimia R, Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam F, Mulawarman Jalan Barong Tongkok U, Gn Kelua K. *Studi Bioakumulasi Ion Logam Pb Dalam Rambut Dan Darah Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum, Jalan Sentosa, Samarinda Bioaccumulation Study Of Pb Metal Ion In Hair And Blood Of Operator Of General Fuel Filling Station, Sentosa Road, Samarinda*. *J At*; 2018. 03(1):1–8.
 17. Handayani C, Ridha Z. *Validasi Metode Analisa Kadar Timbal (Pb) dalam Rambut Karyawan SPBU di Indarung*. *Chempublish J*; 2017. 2(1):54–61.
 18. Laili R. *Analisis Kadar Logam Pb pad a Sampo dengan variasi Metode Destruksi Basah dan Zat Pengoksidasi Menggunakan AAS*; 2016.
 19. Diana Amalullia. *Analisis Kadar Timbal pada Eyeshadow dengan Variasi zat pengoksidasi dan metode destruksi basah menggunakan AAS*; 2016. 3(2):13–22.
 20. Rustika O. *Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Bedak Tabur Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Dan Metode Destruksi Basah Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (Ssa)*. *Uin Maulana Malik Ibrahim*; 2016.
 21. Hidayat. *penentuan kadar Pb dalam coklat batang menggunakan variasi metode destruksi dan zat pengoksidasi secara AAS*; 2016.
 22. Palar H. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta; 2008.