



## Penentuan Kadar Logam Berat (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, Se) pada Mainan Anak (*Slime*, Lapisan Cat, Cat Tangan) dengan Metode SNI ISO 8124-3:2010 Menggunakan ICP-OES

### *Analysis Of Heavy Metal (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, Se) In Toys (Slime, Coating, Finger Paint) Based On SNI ISO 8124-3: 2010 Method Using Instrument ICP-OES*

Henny Oktavia, Wilda Eka Cahyani\*, Budhi Indrawijaya

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang,  
Jl. Witana Harja No. 18b, Tangerang Selatan, Indonesia 15417

\*Corresponding Author. Email: [wildaeka77@gmail.com](mailto:wildaeka77@gmail.com)

Received: 3<sup>rd</sup> January 2023; Revised: 2<sup>nd</sup> August 2023; Accepted: 8<sup>th</sup> August 2023

#### ABSTRAK

Keamanan mainan anak merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Seperti adanya kandungan logam berat Arsenik, Barium, Kadmium, Kromium, Merkuri, Timbal, Antimoni dan Selenium. Logam berat bersifat karsinogenik dan menjadi penyebab berbagai penyakit maupun keracunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara uji mainan anak dengan metode SNI ISO 8124-3:2010 menggunakan variasi jenis mainan *slime*, lapisan cat dan cat tangan serta menentukan kelayakan mainan dari cemaran logam berat. Preparasi sampel dilakukan dengan destruksi basah untuk mendekomposisi padatan dari analit. ICP-OES dipilih karena memiliki batas deteksi rendah, selektivitas tinggi, ketepatan presisi akurasi, serta waktu pengukuran singkat. Sistem instrumen menggunakan plasma sebagai pengionisasi dan Argon sebagai gas pembawa. Dari hasil analisa, didapatkan hasil rata-rata sampel *slime* mengandung logam Hg 0,3386 mg/kg, logam Sb 1,0098 mg/kg dan Pb 0,5315 mg/kg. Hasil rata-rata sampel lapisan cat mengandung logam Ba 6,5511 mg/kg, logam Pb 1,1373 mg/kg, logam Hg 0,1907 mg/kg dan logam Sb 1,5343 mg/kg. Hasil rata-rata sampel cat tangan mengandung logam As 0,4552 mg/kg, logam Ba 35,4511 mg/kg, logam Hg 0,5029 mg/kg dan logam Pb 0,7925 mg/kg. Semua sampel yang diuji masih dinyatakan aman karena semua logam masih berada dibawah batas maksimal berdasarkan SNI ISO 8124-3 : 2010.

**Kata kunci:** mainan anak, logam berat, *Slime*, lapisan cat, cat tangan

#### ABSTRACT

*The safety of children's toys is an important factor that must be considered. Such as the heavy metal content of Arsenic, Barium, Cadmium, Chromium, Mercury, Lead, Antimony, and Selenium. Heavy metals are carcinogenic and cause various diseases and poisonings. This study aims to find out how to test children's toys using the SNI ISO 8124-3:2010 method using various types of slime toys, paint layers, and hand paint and determine the feasibility of toys from heavy metal contamination. Sample preparation was carried out by wet destruction to decompose solids from analytes. ICP-OES was chosen because it has a low detection limit, high selectivity, high accuracy, and short measurement time. The instrument system uses plasma as the ionizer and Argon as the carrier gas. From the results of the analysis, the average results of the slime sample contained Hg 0.3386 mg/kg, Sb 1.0098 mg/kg, and Pb 0.5315 mg/kg. The average yield of paint coating samples contained metal Ba 6.5511 mg/kg, Pb 1.1373 mg/kg, Hg 0.1907 mg/kg, and Sb 1.5343 mg/kg. The average results of the hand paint samples contained 0.4552 mg/kg As, 35.4511 mg/kg Ba, 0.5029 mg/kg Hg, and 0.7925 mg/kg Pb. All samples tested were declared safe because all metals were still below the maximum limit based on SNI ISO 8124-3: 2010.*

**Keywords:** toys, heavy metals, slime, coating, finger paint

Copyright © 2023 by Authors, Published by JITK. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

*How to cite:* Cahyani, W., Oktavia, H., & Indrawijaya, B. (2023). Analysis Of Heavy Metal (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, Se) In Toys (Slime, Coating, Finger Paint) Based On SNI ISO 8124-3: 2010 Method Using Instrument ICP-OES. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 7(2), 92-97.

Permalink/DOI: 10.32493/jitk.v7i2.27676



## PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi, semakin banyak jenis mainan anak yang tersedia di masyarakat. Bentuknya semakin beragam, mulai dari yang kecil hingga yang besar, menyerupai benda-benda tajam, senjata, bahkan mainan dengan aliran listrik. Selain itu, mainan modern yang dimainkan anak-anak tidak berasal dari alam, sehingga mengandung banyak bahan kimia. Salah satu aspek yang patut diwaspadai yaitu adanya logam berat pada mainan anak. Karena pada dasarnya anak-anak memiliki kecenderungan untuk memasukkan apa saja ke dalam mulutnya. Sehingga dapat menimbulkan keracunan apabila mainan tersebut masuk ke dalam pencernaan anak-anak (Indrawijaya et al., 2019). Selain itu, zat kimia mainan juga dapat menyebabkan kanker atau dikenal sebagai zat karsinogenik.

Penjualan di pasar online untuk mainan anak juga marak dijual dengan harga murah namun belum tersertifikasi SNI. Seperti halnya mainan *slime* yang populer dikalangan anak-anak karena bentuknya yang unik dan terdapat berbagai variasi warna. Selain itu mainan edukasi motorik untuk anak di bawah 3 tahun juga digemari seperti mainan cat tangan yang dapat melatih indera peraba. Kecenderungan anak-anak lebih menyukai benda yang berwarna-warni sehingga produsen mainan juga melakukan modifikasi bahan dengan menambahkan pelapis cat agar terlihat lebih menarik. Sehingga ada kemungkinan mainan-mainan tersebut tidak aman terutama dalam aspek kandungan logam berat.

Ada 8 unsur logam yang patut diwaspadai dalam mainan anak menurut Standar Nasional Indonesia yaitu arsenik (As), antimoni (Sb), barium (Ba), kadmium (Cd), kromium (Cr), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan selenium (Se). Pengaruh paparan arsenik bisa secara akut maupun kronis. Dampak secara akut misalnya mual, muntah, hingga diare, sedangkan secara kronis dapat menyebabkan kanker paru-paru, kanker hati, dan kanker kulit (Hazra et al., 2014).

Antimon dan senyawa-senyawanya adalah toksik (meracun). Secara klinis, gejala akibat keracunan antimon hampir mirip dengan keracunan arsenik. Dalam dosis rendah, antimon menyebabkan sakit kepala dan depresi. Dalam dosis tinggi, antimon akan mengakibatkan kematian dalam beberapa hari (Gebel, 1997). Senyawa barium yang larut dalam air bersifat racun. Dalam dosis rendah, ion barium bertindak sebagai stimulan otot, dan dosis yang lebih tinggi mempengaruhi sistem saraf, menyebabkan penyimpangan jantung, tremor, kelemahan, kegelisahan, sesak napas, dan kelumpuhan (Kresse, 2007). Kadmium (Cd) merupakan logam yang bila masuk ke dalam tubuh akan mengendap dan berakumulasi dalam waktu tertentu. Akibatnya akan menyebabkan kerusakan, tidak hanya pada tulang dan ginjal tetapi juga testis, jantung, hati, otak, dan sistem darah. Kadmium juga dapat mengakibatkan gangguan psikologi dikarenakan kemiripan sifat kimianya dengan seng (Indirawati, 2017). Sedangkan keracunan tubuh manusia terhadap kromium (Cr), dapat berakibat buruk terhadap saluran pernapasan, kulit, pembuluh darah, dan ginjal. (Sudarmaji Sudarmaji, J. Mukono, 2006). Timbal (Pb) adalah zat xenobiotik yang asing bagi tubuh, dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti toksisitas yang terjadi pada saraf, hemopoetik, ginjal, endokrin, dan sistem skeletal. Susunan saraf pusat merupakan target organ yang primer pada intoksikasi Pb (Sanusi, 2010). Gejala yang timbul akibat keracunan Hg dapat merupakan gangguan psikologi berupa rasa cemas dan kadang timbul sifat agresi (Ishak, 2017). Kelebihan selenium akan mengakibatkan suatu kondisi yang disebut selenosis. Kekurangan selenium ini mengakibatkan penyakit *keschan* dan *keschin* yang terjadi pada sebagian penduduk Cina. Kadar selenium yang rendah diperkirakan berhubungan dengan angka kematian yang tinggi dari penderita AIDS dan penderita kanker Prostat (Hamilton, 2004).



Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 8124-3:2010 menetapkan batas migrasi unsur tertentu atau jumlah maksimal logam berat pada delapan jenis logam berat: arsenik (As), antimoni (Sb), barium (Ba), kadmium (Cd), kromium (Cr), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan selenium (Se). Batas maksimal logam berat pada mainan anak adalah 8 miligram per hari. Selain itu, jumlah logam yang boleh ada pada mainan anak: arsenik 25 mg/kg, antimoni 60 mg/kg, barium 1000 mg/kg, kadmium 75 mg/kg, kromium 60 mg/kg, timbal 90 mg/kg, merkuri 60 mg/kg, dan selenium 500 mg/kg.

Keberhasilan saat melakukan preparasi sampel sangat memengaruhi analisis kadar logam pada mainan anak. Pada penelitian kali ini metode preparasi sampel mengacu pada aturan dan standar yang telah ditetapkan dalam SNI ISO 8124-3:2010, sehingga jenis preparasi yang dilakukan sudah ditentukan dalam standar tersebut yaitu dengan menggunakan metode destruksi basah. Destruksi basah merupakan proses perombakan sampel menggunakan asam-asam kuat, baik itu asam tunggal maupun asam campuran. Destruksi basah pada prinsipnya menggunakan asam sebagai oksidator untuk mendestruksi zat organik pada suhu rendah untuk mengurangi kehilangan logam akibat penguapan (Hidayati, 2013). Tujuan dari proses destruksi basah dengan asam adalah untuk mencapai larutan yang sempurna tercampur dengan analit, mengkomposisi padatan sepenuhnya, dan mencegah analit hilang atau terkontaminasi (Rodiana et al., 2013).

Dalam menentukan kadar logam berat pada mainan anak salah satunya dapat dilakukan dengan instrumen *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)*. *Inductively Coupled Plasma (ICP)* saat ini banyak digunakan oleh laboratorium dan cenderung lebih baik untuk banyak unsur, terutama arsen, selenium dan antimon (Badan Standardisasi Nasional, 2010). Instrumen ini menggunakan plasma yang digabungkan secara induktif untuk menghasilkan atom dan ion tereksitasi. Dengan bantuan argon sebagai gas pembawa, ion-ion ini

memancarkan radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang tertentu dari elemen tertentu. Intensitas emisi ini digunakan untuk menunjukkan jumlah unsur dalam sampel mainan anak. Alat ICP-OES dipilih karena memiliki batas deteksi yang rendah (antara 0,1 dan 10 ppb) untuk hampir semua elemen, selektivitas yang tinggi, akurasi dan presisi yang tinggi, dan waktu pengukuran yang relatif singkat (Skoog et al., 2007). Kecermatan hasil analisis sangat bergantung pada sebaran galat sistematis pada seluruh tahapan analisis. Penggunaan peralatan yang telah dikalibrasi, menggunakan pereaksi dan pelarut yang baik, pengontrolan suhu, dan pelaksanaannya yang cermat dapat mengurangi galat sistematis pada analisa (Syahfitri, 2009). Penelitian ini yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui cara uji mainan anak dengan metode SNI ISO 8124-3:2010 menggunakan variasi jenis mainan *slime*, lapisan cat dan cat tangan serta menentukan kelayakan mainan dari cemaran logam berat.

## BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian yang digunakan meliputi sampel (mainan anak) *slime*, lapisan cat, cat tangan, *aquadest grade 3*, asam klorida (HCl) pekat, larutan standar As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, dan Se masing-masing 1000 ppm dengan merek Sigma. Sampel mainan tersebut tanpa merek dan didapatkan dari toko *online*. Sampel lapisan cat berasal dari *puzzle* mainan kayu edukasi yang memiliki lapisan cat penutup bahan dasarnya. Sampel cat tangan berasal dari mainan edukasi dan motorik untuk anak-anak yang menggunakan indera peraba. Sehingga cat dapat kontak langsung dan menempel pada tangan (kulit).

Alat yang digunakan meliputi labu takar 50 mL & 1000 mL, *Dispensette* 10 mL, Erlenmeyer 25 mL, *beaker glass* 100 mL, ayakan 0,5 mm, *membran filter* ukuran 0,45  $\mu\text{m}$ , pH *indicator strips* (0-2,5), tabung reaksi, pipet tetes, timbangan analitik, *waterbath shaker*, gunting potong, pisau kerik, pro pipet, parafilm, alu, mortar,



penyaring vakum (*sampling manifold*), ICP-OES Perkin Elmer tipe Optima 8300.

### Pemilihan Sampel

Ketiga sampel uji dipilih secara acak tanpa melihat merek dagang dan penjual. Pemisahan jenis dilakukan berdasarkan perbedaan warna. Didapatkan 3 sampel *slime* (Merah, biru, kuning), satu sampel *puzzle* kayu berlapis cat dengan 9 warna (hijau muda, hijau tua, biru muda, biru tua, kuning, oranye, pink, merah, ungu), serta satu sampel cat tangan dengan 6 warna (merah, ungu, biru, hijau, kuning, oranye). Sehingga pengujian menghasilkan 18 larutan sampel.

### Preparasi Sampel

Preparasi cat tangan dimulai dengan memotong sampel berukuran <5 mm. Sampel lapisan cat dipisahkan dari bahan dasarnya dengan cara dikerik kemudian dihaluskan dan diayak. Sampel *slime* dapat langsung ditimbang. Masing-masing sampel ditimbang sebanyak 0,1 gram ( $\pm 0,0050$ ), dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer 25 mL. Sampel ditambahkan larutan HCl 0,07 N sebanyak 5 ml, selanjutnya dikocok selama  $\pm 1$  menit lalu ukur pH larutan dengan *pH indicator strips* (jika pH larutan > 1,50 ditambahkan larutan HCl 2 N, jika < 1,00 ditambahkan akuades). Sampel dimasukkan kedalam *waterbath shaker* dengan kecepatan putaran 150 rpm dan suhu 37°C selama 1 jam ( $\pm 2$  menit), kemudian didiamkan selama satu jam pada suhu 37°C. Sampel yang terdestruksi disaring menggunakan *sampling manifold* yang dipasang membran filter dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$  dan diperlukan *centrifuge* untuk larutan yang mengandung endapan. Kemudian sampel hasil destruksi siap dianalisa dengan ICP-OES.

### Pembuatan Larutan Standar

Pembuatan larutan standar *mix 6* elemen (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb) 50 ppm, dan deret standar *mix 8* elemen (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, Se).

Sehingga diperoleh larutan standar seri dengan konsentrasi sebagai berikut:

Tabel 1. Konsentrasi deret standar *mix 8*

STD	Mix 6 e' (mg/L)	Ba, Se (mg/L)
1	0,1	1
2	1	10
3	2	20
4	5	50

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sampel *Slime*

Hasil analisa migrasi unsur tertentu logam berat sampel *slime* menunjukkan bahwa pada ketiga jenis mainan *slime* mengandung logam Hg, Sb, dan Pb, pembacaan instrumen menunjukkan nilai nol.

Tabel 2. Hasil analisa sampel *slime*

Nama Sampel	Konsentrasi (mg/Kg)		
	Hg	Sb	Pb
Blangko	0,0069	0,0331	0,0000
<i>Slime</i> Merah	0,2998	1,2974	0,5527
<i>Slime</i> Biru	0,2816	0,8309	0,5429
<i>Slime</i> Kuning	0,4343	0,9011	0,4989
Rata-rata	0,3386	1,0098	0,5315

### Sampel Lapisan Cat

Hasil analisa menunjukkan bahwa 9 sampel warna lapisan cat yang diuji tidak mengandung logam berat As, Cd, Cr, dan Se. Hasil analisa untuk logam berat Ba, Hg, Sb, dan Pb dari semua sampel warna lapisan cat tersebut menunjukkan adanya kandungan logam pada sampel yang diuji. Kandungan logam Hg, Sb, dan Pb tersebut dapat berasal dari pigmen warna yang digunakan sebagai salah satu bahan penyusun dalam pembuatan lapisan cat.

Sedangkan untuk kandungan logam Ba dapat berasal dari pigmen warna yang digunakan maupun berasal dari salah satu



bahan yang digunakan sebagai pengisi cat, misalnya BaSO<sub>4</sub>.

**Tabel 3.** Hasil analisa sampel lapisan cat

Nama Sampel	Konsentrasi (mg/Kg)			
	Ba	Hg	Sb	Pb
Blangko	0,0000	0,0069	0,0331	0,0000
Hijau Muda	2,9102	0,0934	0,7494	1,3869
Hijau Tua	53,5587	0,1584	0,7494	1,3869
Biru Muda	4,1290	0,2834	1,0023	1,2206
Biru Tua	0,0000	0,1116	1,1106	1,3660
Kuning	0,4375	0,4458	2,6023	1,2360
Oranye	1,3984	0,1468	1,1975	1,1040
Pink	0,0000	0,4546	4,7480	1,2360
Merah	1,8474	0,1239	1,8541	1,0487
Ungu	1,2301	0,0823	1,8541	1,0487
Rata-rata	6,5511	0,1907	1,5343	1,1373

### Sampel Cat Tangan

Hasil analisa migrasi unsur tertentu logam berat menggunakan instrumen *ICP-OES* menunjukkan bahwa 6 sampel warna cat tangan yang diuji tidak mengandung logam berat Cd, Cr, Sb, dan Se. Sedangkan hasil analisa untuk logam berat As, Ba, Hg, dan Pb dari semua sampel warna cat tangan tersebut menunjukkan adanya kandungan logam pada sampel yang diuji.

**Tabel 4.** Hasil analisa sampel cat tangan

Nama Sampel	Konsentrasi (mg/Kg)			
	As	Ba	Hg	Pb
Blangko	0,0000	0,0000	0,0069	0,0000
Merah	0,6507	36,6010	0,7414	0,9819
Ungu	0,6320	48,2399	0,7024	1,0344
Biru	0,7352	31,6031	0,6101	0,8069
Hijau	0,3096	23,2375	0,3717	0,8547
Kuning	0,3989	47,3603	0,5653	0,9983

Seperti halnya pada sampel lapisan cat, selain dapat berasal dari pigmen warna yang digunakan sebagai salah satu bahan penyusun dalam pembuatan cat tangan, kandungan logam Ba pada sampel cat tangan juga dapat berasal dari salah satu bahan yang digunakan sebagai pengisi cat, misalnya BaSO<sub>4</sub>. Sedangkan kandungan logam As, Hg dan Pb dapat berasal dari pigmen warna yang digunakan sebagai

salah satu bahan penyusun dalam pembuatan lapisan cat.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa untuk jenis sampel lapisan cat dan cat tangan, kandungan logam Ba memiliki konsentrasi yang paling besar dibandingkan dengan logam yang lain. Namun, konsentrasi yang terbaca alat masih dibawah batas maksimal kandungan Ba yang dipersyaratkan dalam SNI ISO 8124-3:2010 yaitu sebesar 1000 mg/kg. Hal ini mengindikasikan bahwa zat penyusun mainan lapisan cat dan cat tangan menggunakan pigmen warna yang mengandung logam Barium (Ba).

Untuk jenis mainan *slime* konsentrasi kandungan logam berat dalam sampel juga masih dibawah batas maksimal yang dipersyaratkan dalam SNI ISO 8124-3:2010. Dilihat dari angka konsentrasi kandungan logam Hg, Sb, dan Pb yang terkandung dalam ketiga jenis sampel *slime* juga menunjukkan rentang perbedaan konsentrasi yang tidak jauh. Hal ini dapat menjadi salah satu indikasi bahwa bahan penyusun untuk ketiga jenis *slime* tersebut relatif sama.

Hasil pengujian migrasi unsur tertentu logam berat dengan 3 jenis bahan pada mainan menggunakan *ICP-OES*, diperoleh konsentrasi logam As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, dan Se pada sampel berada dibawah batas maksimal yang dipersyaratkan oleh SNI ISO 8124-3:2010. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ketiga jenis mainan tersebut telah memenuhi persyaratan terhadap metode uji migrasi unsur tertentu dan aman digunakan oleh anak-anak. Perlu diketahui bahwa keamanan mainan tidak terbatas pada bahan kimia penyusunnya, namun juga memerlukan pengujian terhadap aspek fisik mainan dengan menggunakan metode uji SNI yang telah dipersyaratkan. Dengan demikian mainan yang sudah tersertifikasi SNI akan lebih terjamin keamanannya jika digunakan oleh anak-anak.

### KESIMPULAN



Dari hasil analisa, *slime* mengandung logam Hg 0,4343 mg/kg (*slime* kuning), logam Sb 1,2974 mg/kg dan Pb 0,5527 mg/kg (*slime* merah). Lapisan cat mengandung logam Ba 53,5587 mg/kg (lapisan cat hijau tua), logam Pb 1,3923 mg/kg (lapisan cat ungu), logam Hg 0,4546 mg/kg dan logam Sb 4,7480 mg/kg (lapisan cat pink). Cat tangan mengandung logam As 0,7352 mg/kg (cat tangan biru), logam Ba 61,1159 mg/kg (cat tangan oranye), logam Hg 0,7417 mg/kg (cat tangan merah) dan logam Pb 1,0344 mg/kg (cat tangan ungu). Ketiga sampel masih dinyatakan aman karena semua logam masih berada dibawah batas maksimal berdasarkan SNI ISO 8124-3 : 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2010. SNI ISO 8124-3. “Keamanan mainan - Bagian 3 : Migrasi unsur tertentu”. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. “Sosialisasi SNI Mainan Anak: Persyaratan Dan Penerapan”. Pusat Pendidikan Dan Masyarakatan Standardisasi: Jakarta.
- Gebel, T. (1997). Arsenic and antimony: comparative approach on mechanistic toxicology. *Chemico-Biological Interactions*, 107(3), 131–144. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0009-2797\(97\)00087-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0009-2797(97)00087-2)
- Hamilton, S. J. (2004). Review of selenium toxicity in the aquatic food chain. *Science of The Total Environment*, 326(1), 1–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.01.019>
- Hazra, F., Purnama, S.P., Sari, S.M. (2014). Verifikasi Metode Uji Arsen dalam Contoh Mainan Anak. *Jurnal Sains Terapan*, 4(2). 36-45.
- Hidayati, E. N., Alauhdin, M., & Prasetya, A. T. (2014). Perbandingan metode destruksi pada analisis Pb dalam rambut dengan AAS. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(1).
- Indirawati, S. (2017). Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan keluhan kesehatan pada masyarakat di kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal Jumantik*, 2(2), 54–60.
- Indrawijaya, B., Oktavia, H., Cahyani, W. E., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., Pamulang, U., & Selatan, T. (2019). Penentuan Kadar Logam Berat (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb, Sb, Se) Pada Mainan Anak Dengan Metode SNI ISO 8124-3:2010 Menggunakan ICP-OES Analysis. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 3(2), 87–94.
- Ishak, N. I. (2017). Analisis risiko lingkungan logam berat merkuri pada sedimen laut di wilayah pesisir kota Makassar. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(2), 88-92.
- Kresse, R., Baudis, U., Jäger, P., Riechers, H. H., Wagner, H., Winkler, J., & Wolf, H. U. (2000). Barium and barium compounds. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*.
- Rodiana, yayah, Masitoh, S., Maulana, H., & Nurhasni, N. (2013). Pengkajian Metode Untuk Analisis Total Logam Berat Dalam Sedimen Menggunakan Microwave Digestion. *Jurnal Ecolab*, 7(2), 71–80. <https://doi.org/10.20886/jklh.2013.7.2.71-80>
- Sanusi, A.M., Rahayu, W.S., Utami, P.I. (2010). Identifikasi Cemaran Logam Timbal dalam Mainan Gigitan Bayi yang Beredar di Purwokerto dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal PHARMACY*, 7(3), 123-134.
- Sudarmaji Sudarmaji, J. Mukono, C. I. P. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(23), 129–142.
- Skoog, D.A, Holler, F.J., Crouch, S.R. (2018) Principles of Instrumental Analysis. Cengage Learning.
- Syahfitri, W. Y. N., Muhayatun, M., Lestiani, D. D., & Adventini, N. (2009). Validasi Metode AAS Untuk Analisis Unsur Dalam Sampel Partikulat Udara