

ANALISIS KANDUNGAN TIMBAL DALAM URIN PEKERJA OJEK ONLINE YANG MEROKOK AKTIF MELALUI VARIAN PENGOKSIDASI DAN PROSES DESTRUKSI BASAH

Diah Prihatiningsih¹

*STIKES Wira Medika Bali, Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Program Sarjana Terapan
Email : diahciprik@gmail.com*

I Gusti Putu Agus Ferry Sutrisna Putra²

*STIKES Wira Medika Bali, Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Program Sarjana Terapan
Email : ferry.vikana@gmail.com*

ABSTRAK

Timbal (Pb) adalah logam berat yang secara alami terdapat di kerak bumi atau dihasilkan oleh aktivitas manusia, seperti emisi gas dari mesin kendaraan bermotor. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/IX/2002 tentang pemeriksaan kadar timbal dalam spesimen biomarker manusia, kadar timbal dalam tubuh manusia dapat diukur melalui darah, urin, dan rambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar timbal dalam urin perokok aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode destruksi basah menggunakan HNO₃ memiliki tingkat akurasi dengan rata-rata pemulihan sebesar 79,56%. Sementara itu, metode destruksi basah dengan penambahan H₂SO₄ pada HNO₃ memiliki rata-rata pemulihan sebesar 53,86%. Uji presisi menunjukkan bahwa nilai persen Koefisien Variasi Relatif (% RSD) untuk metode destruksi dengan HNO₃ adalah 7,456%. Apabila H₂SO₄ ditambahkan ke dalam HNO₃, nilai % RSD yang diperoleh adalah 5,047%. Uji linearitas (r) menunjukkan nilai sebesar 0,999. Nilai Batas Deteksi (LoD) pada HNO₃ adalah 0,76, sedangkan nilai LoD pada campuran HNO₃ dan H₂SO₄ adalah 0,56. Berdasarkan hasil verifikasi, metode destruksi basah untuk mengukur kadar timbal dalam urin perokok aktif tidak memenuhi syarat akseptabilitas. Hal ini menunjukkan bahwa metode tersebut tidak valid untuk digunakan dalam pemeriksaan kadar timbal dalam urin perokok aktif.

Kata Kunci: *Timbal, Urin, Perokok Aktif*

ABSTRACT

Lead (Pb) is a heavy metal that naturally occurs in the Earth's crust or is produced by human activities, such as emissions from motor vehicle engines. According to the Decree of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 1406/MENKES/SK/IX/2002 regarding the examination of lead levels in human biomarker specimens, lead levels in the human body can be measured through blood, urine, and hair samples. This study aims to measure lead levels in the urine of active smokers. The results show that the wet digestion method using HNO₃ has an accuracy with an average recovery rate of 79.56%. Meanwhile, the wet digestion method with the addition of H₂SO₄ to HNO₃ has an average recovery rate of 53.86%. The precision test shows that the percent Relative Standard Deviation (% RSD) for the digestion method with HNO₃ is 7.456%. When H₂SO₄ is added to HNO₃, the % RSD value obtained is 5.047%. The linearity test (r) shows a value of 0.999. The Limit of Detection (LoD) for HNO₃ is 0.76, while the LoD for the mixture of HNO₃ and H₂SO₄ is 0.56. Based on the verification results, the wet digestion method for measuring lead levels in the urine of active smokers does not meet the acceptability criteria. This indicates that the method is not valid for use in examining lead levels in the urine of active smokers.

Keywords: *Lead, Urine, Active Smokers*

PENDAHULUAN

Timbal adalah logam berat yang secara alami terdapat di kerak bumi atau dihasilkan oleh aktivitas manusia, seperti emisi gas dari pembakaran mesin kendaraan bermotor. Dalam tubuh manusia, logam ini cenderung menumpuk di beberapa organ seperti ginjal, hati, kuku, jaringan adiposa, dan rambut (Mayaserli, 2018). Analisis kandungan

logam berat dalam darah atau urin biasanya bersifat sementara dan cepat dikeluarkan melalui proses metabolisme tubuh (Achadi EL, 2008). Namun, analisis logam berat melalui rambut menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi (Amirudin R, 2009). Kehadiran logam berat dalam rambut dipengaruhi oleh jumlah logam yang diserap tubuh, menjadikannya indikator yang lebih

dapat diandalkan dan tahan lama (Lawrence et al., 2003).

Menurut Sitepoe (2000), timbal (Pb) berasal dari dua sumber utama, yaitu alami dan antropogenik. Secara alami, timbal di lingkungan berasal dari proses pelapukan geologis dan aktivitas letusan gunung berapi. Namun, manusia juga menyebarkan timbal ke lingkungan melalui berbagai aktivitas seperti pertambangan, peleburan logam, serta industri seperti aki, kabel, pigmen, produksi baja, dan pembakaran bensin yang mengandung aditif seperti Tetra Ethyl Lead dan Tetra Methyl Lead (Palar H, 1994). Oleh karena itu, sumber timbal di lingkungan merupakan hasil dari proses alami dan kontribusi signifikan dari aktivitas manusia.

Manahan (1992) memperkirakan bahwa emisi timbal (Pb) dari kegiatan pertambangan dan peleburan mencapai sekitar 126.000 ton per tahun, sementara dari kegiatan lainnya sekitar 3 juta ton per tahun. Beberapa zat pengoksidasi seperti HNO_3 , HClO_4 , H_2SO_4 , H_2O_2 , dan HCl diyakini mampu mengoksidasi timbal. Secara khusus, Harmita (2006) menyebutkan bahwa asam nitrat (HNO_3) dan campuran HNO_3 dengan HClO_4 dianggap sebagai pengoksidasi utama yang dapat memberikan hasil destruksi optimal. Oleh karena itu, proses oksidasi oleh zat pengoksidasi menjadi faktor penting dalam memahami dampak emisi timbal terhadap lingkungan, dengan perhatian khusus pada jenis zat pengoksidasi yang digunakan.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/IX/2002, yang mengatur standar pemeriksaan kadar timbal pada spesimen biomarker manusia, pengukuran kadar timbal dalam tubuh manusia dapat dilakukan melalui spesimen darah, urin, dan rambut. Bjork et al. (2000) menetapkan ambang batas kadar Pb dalam

spesimen urin sebesar 150 ug/ml kreatinin. Regulasi ini mencerminkan upaya pemerintah dalam mengendalikan dan memantau paparan timbal pada manusia, serta menetapkan pedoman yang jelas untuk standar evaluasi kesehatan masyarakat dalam konteks timbal. Dengan demikian, penetapan metode pengukuran dan batas ambang ini dapat digunakan sebagai acuan penting dalam memantau dampak kesehatan akibat paparan timbal di masyarakat.

Menurut John Adamson pada tahun 1990, seseorang dianggap sebagai perokok aktif ketika mereka secara langsung merokok dan menghisap rokok, yang dapat menimbulkan risiko kesehatan tidak hanya bagi diri mereka sendiri, tetapi juga bagi lingkungan sekitarnya. Mengingat hal ini, penelitian mendatang akan difokuskan pada analisis kadar logam timbal (Pb) dalam darah pada individu perokok aktif. Penelitian ini akan mempertimbangkan variasi zat pengoksidasi dan metode destruksi basah yang digunakan, dengan tujuan untuk memahami dampak paparan timbal dan mencari metode analisis yang optimal untuk mengukur kadar timbal pada perokok aktif. Melalui pendekatan ini, diharapkan peneliti dapat memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang risiko kesehatan yang mungkin timbul akibat aktivitas merokok, serta memberikan wawasan mengenai teknik analisis yang paling efektif dalam konteks penelitian ini.

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah terdapat hubungan antara validitas dan kehandalan metode analisis untuk mengukur konsentrasi timbal dalam urin perokok aktif menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

Pendekatan yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian ini meliputi pengujian linearitas untuk memastikan respon yang memuaskan dari

alat terhadap sampel, pengujian batas deteksi (LoD) dan batas kuantifikasi (LoQ) untuk menentukan level terendah yang dapat terdeteksi dan diukur dengan presisi serta akurasi yang dapat diterima, dan validasi metode destruksi basah menggunakan HNO_3 dan H_2SO_4 untuk menjamin kehandalan metode analisis dalam mengukur konsentrasi timbal (Pb) dalam urin perokok aktif.

Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan kandungan timbal dalam urin perokok aktif dengan menggunakan berbagai zat pengoksidasi dan metode destruksi basah. Uji linearitas dilakukan untuk menentukan kadar analitik alat dalam sampel uji pada rentang konsentrasi tertentu. *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantitation* (LoQ) adalah parameter penting dalam analisis timbal dalam urin perokok aktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan desain analisis pendekatan *crosssectional*, menggunakan metode analisis laboratorium dan uji validasi Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Peralatan yang digunakan meliputi Spektrofotometer Serapan Atom, labu ukur 25 ml, gelas beaker, pipet gondok 5 ml, dan corong. Bahan yang digunakan termasuk urin sewaktu, aquades, HNO_3 , H_2SO_4 , dan larutan standar Pb.

Pengukuran Larutan dengan Alat AAS

Panjang gelombang yang digunakan adalah 283 nm, yang tercatat pada kurva absorpsi. Proses penentuan panjang gelombang maksimum dimulai dengan memasang lampu katoda berongga yang mengandung Pb, kemudian menyalakan tombol daya pada alat AAS. Selanjutnya, panjang gelombang disesuaikan dengan jenis logam yang diinginkan melalui perangkat lunak. Panjang gelombang maksimum yang diatur ini kemudian

digunakan untuk mengukur konsentrasi logam Pb dalam sampel.

Pemeriksaan Sampel dengan Larutan HNO_3

Sebanyak 22,5 ml sampel urin diambil dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Kemudian, ditambahkan 2,5 ml larutan Pb dan 5 ml larutan HNO_3 . Campuran dipanaskan dalam lemari asam hingga asam merah hilang. Setelah itu, sampel diangkat dan didinginkan. Setelah dingin, sampel dipindahkan ke dalam labu ukur 25 ml menggunakan corong, dan aquades ditambahkan hingga mencapai tanda batas labu ukur 25 ml. Selanjutnya, sampel diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Pemeriksaan Sampel dengan Larutan $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

Sebanyak 22,5 ml sampel urin diambil dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Kemudian, ditambahkan 2,5 ml larutan Pb, 5 ml larutan HNO_3 , dan 5 ml larutan H_2SO_4 . Campuran dipanaskan dalam lemari asam hingga asam merah hilang. Setelah itu, sampel diangkat dan didinginkan. Setelah dingin, sampel dipindahkan ke dalam labu ukur 25 ml menggunakan corong, dan aquades ditambahkan hingga mencapai tanda batas labu ukur 25 ml. Selanjutnya, sampel diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Validasi Pengukuran Pb pada Urin dengan Metode AAS

a. Uji Akurasi (Ketepatan)

Uji akurasi dilakukan dengan menambahkan larutan standar Pb (10 ppm) ke dalam sampel urin sebelum proses destruksi, dan pengambilan sampel dilakukan secara duplo. Selain itu, dilakukan juga uji blanko (tanpa penambahan larutan standar). Setiap sampel kemudian

didestruksi menggunakan metode destruksi basah dengan HNO₃ dan H₂SO₄, lalu diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) pada panjang gelombang 283,3 nm, sesuai dengan penelitian oleh Al Anshori (2005).

b. Uji Presisi Pengukuran Pb pada Urin dengan Metode AAS

Uji presisi dilakukan dengan mengukur kembali sampel urin menggunakan metode destruksi basah dengan HNO₃ dan H₂SO₄, serta mengambil sampel duplo pada hari yang sama dalam kondisi serupa. Data hasil pengukuran absorpsi kemudian dihitung untuk menentukan simpangan bakunya.

c. Uji Linieritas Pengukuran Pb pada Urin dengan Metode AAS

Uji linieritas dilakukan melalui pengulangan pengukuran dalam kondisi yang sama dalam waktu yang singkat. Ini dilakukan dengan mengukur kembali sampel urin menggunakan metode destruksi basah dengan HNO₃ dan H₂SO₄, serta mengambil sampel duplo pada hari yang sama. Hasil pengukuran absorpsi kemudian dihitung untuk menentukan simpangan bakunya.

d. Uji LoD dan LoQ Pengukuran Pb pada Urin dengan Metode AAS

Uji ini melibatkan pengukuran konsentrasi standar dengan tingkat absorpsi terendah yang dapat terdeteksi. LoD (*Limit of Detection*) dihitung sebagai tiga kali standar deviasi (SD), sedangkan LoQ (*Limit of Quantification*) dihitung dengan rumus: $LoQ = 10 \times SD$. Pengolahan data dalam penelitian ini mencakup uji validasi, presisi, dan akurasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 30 sampel urin yang berasal dari pekerja ojek online yang

merupakan perokok aktif. Seluruh partisipan dalam penelitian ini adalah pria, dan dilakukan pengukuran kadar timbal dalam urin mereka.

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan

Umur		
Umur	Jumlah	Presentase
20 – 25	8	26.67%
26 – 30	6	20.00%
31 – 35	4	13.33%
36 – 40	2	6.67%
41 – 45	10	33.33%
Total	30	100%

Berdasarkan informasi yang terdapat dalam Tabel 1, sebagian besar responden berada dalam kelompok usia 41-45 tahun, yaitu sebanyak 10 orang atau sekitar 33,33% dari total responden. Selain itu, dari data yang terdapat dalam Tabel 2, mayoritas responden, yaitu 20 orang atau sekitar 66,67%, mengonsumsi antara 10 hingga 20 batang rokok setiap hari.

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Jumlah Konsumsi Rokok

Konsumsi rokok/hari (batang)	Jumlah	Presentase
0 – 5	4	13.33%
5 – 10	6	20.00%
10 – 20	20	66.67%
Total	30	100%

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Konsumsi Rokok

Lama Merokok (tahun)	Jumlah	Presentase
3 – 5	6	20.00%
5 – 10	8	26.67%
10 – 20	4	13.33%
20 – 30	12	40%
Total	30	100%

Dari informasi dalam Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa kebanyakan responden telah merokok selama waktu yang cukup lama, yakni sekitar 20 hingga 30 tahun. Sebanyak 12 peserta, atau sekitar 40% dari

total responden, memiliki pengalaman merokok dalam rentang waktu tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa banyak dari mereka telah terpapar rokok dalam jangka waktu

yang signifikan, yang mungkin meningkatkan risiko efek merokok dalam jangka panjang.

Tabel 4. Distribusi Responden Berdasarkan Kandungan Timbal (Pb) dalam Urin Pekerja Ojek Online

No.	Sampel	Umur (th)	Lama Merokok (th)	Kadar Pb HNO ₃ (mg/dl)	Kadar Pb H ₂ SO ₄ + HNO ₃ (mg/dl)
1	A1	23	3 – 5	0.119	0.234
2	A2	27	5 – 10	0.348	0.463
3	A3	28	5 – 10	0.324	0.439
4	A4	24	5 – 10	0.312	0.427
5	A5	42	20 – 30	0.717	0.832
6	A6	43	20 – 30	0.734	0.849
7	A7	35	10 – 20	0.523	0.638
8	A8	30	5 – 10	0.336	0.451
9	A9	43	20 – 30	0.714	0.829
10	A10	43	20 – 30	0.717	0.832
11	A11	25	5 – 10	0.307	0.422
12	A12	35	10 – 20	0.522	0.637
13	A13	29	5 – 10	0.38	0.495
14	A14	44	20 – 30	0.757	0.872
15	A15	42	20 – 30	0.768	0.883
16	A16	22	3 – 5	0.102	0.217
17	A17	37	20 – 30	0.767	0.882
18	A18	40	20 – 30	0.711	0.826
19	A19	34	10 – 20	0.514	0.629
20	A20	25	3 – 5	0.158	0.273
21	A21	45	20 – 30	0.776	0.891
22	A22	44	20 – 30	0.809	0.924
23	A23	28	5 – 10	0.357	0.472
24	A24	33	10 – 20	0.523	0.638
25	A25	23	3 – 5	0.104	0.219
26	A26	29	5 – 10	0.133	0.248
27	A27	43	20 – 30	0.778	0.893
28	A28	22	3 – 5	0.166	0.281
29	A29	43	20 – 30	0.722	0.837
30	A30	24	3 – 5	0.107	0.222

Berdasarkan analisis dalam Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) dalam urin mencapai nilai tertinggi pada sampel A22, yakni sebesar 0,809 mg/dL dalam larutan HNO₃. Pada saat yang sama, dalam larutan HNO₃ yang ditambahkan H₂SO₄, konsentrasi Pb tertinggi mencapai 0,924 mg/dL. Kenaikan hasil uji ini dapat dijelaskan oleh peran penting HNO₃ sebagai agen pengoksidasi utama dan pelarut logam yang efektif, yang mendukung proses oksidasi timbal (Pb)

menjadi bentuk yang larut. Di sisi lain, H₂SO₄ bertindak sebagai katalis yang mempercepat pemisahan timbal (Pb) dari senyawa lain dalam sampel. Katalis ini tidak langsung terlibat dalam reaksi, sehingga memungkinkan proses reaksi berjalan lebih efisien (Al Anshori dkk., 2005).

Campuran asam sulfat pekat dan asam nitrat pekat sering digunakan dalam proses destruksi karena keduanya adalah oksidator kuat. Campuran ini mempercepat proses destruksi sampel, yang merupakan langkah

penting dalam analisis kimia. Kedua asam tersebut, dengan kekuatan oksidatifnya, mempercepat reaksi dekomposisi senyawa kompleks dalam sampel. Selain itu, keberadaan oksidator ini memungkinkan suhu destruksi sampel diturunkan menjadi sekitar 35°C. Ini menguntungkan karena komponen-komponen yang mudah menguap atau terdekomposisi pada suhu tinggi dapat dipertahankan dalam sampel, sehingga menghasilkan analisis yang lebih akurat. Penggunaan campuran asam sulfat dan asam nitrat dalam proses destruksi juga meminimalkan kehilangan komponen yang mudah terdegradasi atau menguap selama pengolahan sampel. Dengan demikian, penggunaan oksidator ini meningkatkan efisiensi dalam analisis sampel (Vogel, 2000).

Uji Akurasi Analisa Timbal dalam Urin Pada Perokok Aktif Pekerja Ojek Online

Metode Destruksi Basah yang menggunakan HNO₃ telah mencapai rata-rata pemulihan sebesar 96,24%. Hal ini menunjukkan bahwa metode destruksi tersebut berada dalam kisaran persentase pemulihan yang diinginkan, yaitu sekitar 100% ± 15, dengan nilai yang hampir mencapai 100%. Rentang ini dianggap memuaskan karena mencerminkan tingkat akurasi yang tinggi dalam memperoleh hasil yang mendekati nilai sebenarnya. Dengan kata lain, hasil ini menunjukkan bahwa dalam proses destruksi, tidak terjadi kehilangan Pb yang signifikan (Handoy S.Y., 2008).

Tabel 5. Nilai Persentase *Recovery* Analisa Timbal dalam Urin pada Perokok Aktif Pekerja Ojek Online Memakai Larutan HNO₃

Sampel	A	B	Konsentrasi Spike (mg/L)	A – B	Jml	Mean	SD	%R	%CV
A1	0.909	0.119	1	0.790					
A2	1.081	0.348	1	0.733					
A3	1.129	0.324	1	0.805					
A4	1.17	0.312	1	0.858					
A5	1.471	0.717	1	0.754					
A6	1.47	0.734	1	0.736					
A7	1.314	0.523	1	0.791					
A8	1.124	0.336	1	0.788					
A9	1.471	0.714	1	0.757					
A10	1.434	0.717	1	0.717					
A11	1.163	0.307	1	0.856					
A12	1.335	0.522	1	0.813					
A13	1.234	0.38	1	0.854					
A14	1.565	0.757	1	0.808	23.868	0.79560	0,2539	79.56	5.047
A15	1.535	0.768	1	0.767					
A16	0.904	0.102	1	0.802					
A17	1.53	0.767	1	0.763					
A18	1.544	0.711	1	0.833					
A19	1.374	0.514	1	0.860					
A20	0.974	0.158	1	0.816					
A21	1.535	0.776	1	0.759					
A22	1.571	0.809	1	0.762					
A23	1.177	0.357	1	0.820					
A24	1.375	0.523	1	0.852					
A25	0.904	0.104	1	0.800					
A26	0.911	0.133	1	0.778					
A27	1.536	0.778	1	0.758					

A28	1.004	0.166	1	0.838
A29	1.505	0.722	1	0.783
A30	0.924	0.107	1	0.817

Berdasarkan informasi yang tertera dalam Tabel 5, didapati bahwa responden yang telah dianalisis menggunakan metode destruksi basah dengan HNO₃ menunjukkan tingkat pemulihan sebesar 79,56% dan koefisien variasi kandungan timbal di urin perokok sebesar 5,047%. Temuan ini mengindikasikan adanya beberapa matriks atau ion lain dalam sampel yang mungkin memengaruhi proses analisis logam berat melalui spektroskopi serapan atom. Gangguan - gangguan ini dapat mengakibatkan penurunan akurasi hasil

analisis. Oleh karena itu, sebelum melakukan analisis, penting untuk melakukan proses pemisahan kandungan ion lain seminimal mungkin. Salah satu pendekatan awal yang dapat digunakan adalah metode destruksi, yang bertujuan untuk memisahkan ikatan antara unsur logam dengan komponen lain dalam sampel. Langkah ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi proses analisis dan memastikan hasil yang diperoleh lebih mewakili kandungan sebenarnya (Khopkar, 2008).

Tabel 6. Nilai Persentase *Recovery* Analisa Timbal dalam Urin pada Perokok Aktif Pekerja Ojek Online Menggunakan Larutan HNO₃ ditambahkan dengan Larutan H₂SO₄

Sampel	A	B	Konsentrasi Spike (mg/L)	A – B	Jml	Mean	SD	%R	%CV
A1	0.767	0.234	1	0.533					
A2	0.939	0.463	1	0.476					
A3	0.987	0.439	1	0.548					
A4	1.028	0.427	1	0.601					
A5	1.329	0.832	1	0.497					
A6	1.328	0.849	1	0.479					
A7	1.172	0.638	1	0.534					
A8	0.982	0.451	1	0.531					
A9	1.329	0.829	1	0.5					
A10	1.292	0.832	1	0.46					
A11	1.021	0.422	1	0.599					
A12	1.193	0.637	1	0.556	16.158	0.5386	0,2264	53.86	7.456
A13	1.092	0.495	1	0.597					
A14	1.423	0.872	1	0.551					
A15	1.393	0.883	1	0.51					
A16	0.762	0.217	1	0.545					
A17	1.388	0.882	1	0.506					
A18	1.402	0.826	1	0.576					
A19	1.232	0.629	1	0.603					
A20	0.832	0.273	1	0.559					
A21	1.393	0.891	1	0.502					
A22	1.429	0.924	1	0.505					
A23	1.035	0.472	1	0.563					
A24	1.233	0.638	1	0.595					

Sampel	A	B	Konsentrasi Spike (mg/L)	A – B	Jml	Mean	SD	%R	%CV
A25	0.762	0.219	1	0.543					
A26	0.769	0.248	1	0.521					
A27	1.394	0.893	1	0.501					
A28	0.862	0.281	1	0.581					
A29	1.363	0.837	1	0.526					
A30	0.782	0.222	1	0.56					

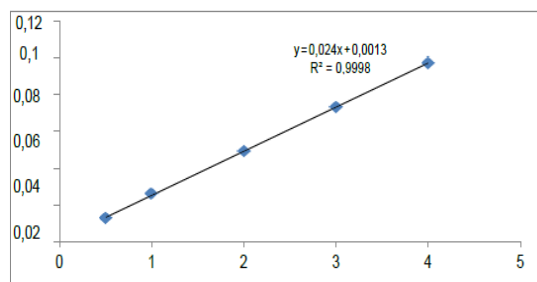
Berdasarkan informasi yang terdokumentasi dalam Tabel 6, terlihat bahwa responden yang kandungan timbalnya di urin diukur menggunakan metode destruksi basah dengan HNO₃ ditambahkan H₂SO₄, menunjukkan persentase pemulihan sebesar 53.86% dan nilai koefisien variasi sebesar 7.456%. Sementara itu, hasil uji akurasi untuk metode destruksi basah hanya dengan HNO₃ menunjukkan rata-rata pemulihan sebesar 79.56%, sedangkan metode destruksi dengan penambahan HNO₃ dan H₂SO₄ menunjukkan rata-rata pemulihan sebesar 53.86%. Temuan ini menandakan bahwa metode destruksi yang diterapkan dalam penelitian ini memiliki tingkat pemulihan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan tingkat pemulihan yang dianggap ideal, yakni pada kisaran 100% ±15%.

Beberapa faktor dapat menyebabkan rendahnya persentase pemulihan tersebut. Pertama, ketidakpastian dalam akurasi penggunaan peralatan dan pembacaan skala dapat memengaruhi hasil pengukuran. Kedua, faktor suhu juga dapat berkontribusi pada kesalahan kalibrasi, yang mengakibatkan ketidakpastian dalam hasil analisis. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian dan perbaikan dalam metode pengukuran untuk mengurangi pengaruh faktor-faktor tersebut dan meningkatkan akurasi hasil analisis (Khopkar, 2008).

Uji Presisi Analisa Timbal dalam Urine Perokok Aktif Pekerja Ojek Online.

Koefisien variasi cenderung meningkat seiring dengan penurunan konsentrasi analit. Pada konsentrasi sekitar 1% atau lebih, standar deviasi relatif antar laboratorium umumnya sekitar 2,5%. Namun, ketika konsentrasi analit menurun menjadi satu per sejuta (ppm), nilai RSD naik menjadi sekitar 16%, dan pada konsentrasi part per miliar (ppb), RSD meningkat lagi menjadi sekitar 32%. Dalam metode yang sangat kritis, biasanya diterima bahwa nilai RSD harus kurang dari 2%.

Kriteria yang lebih ketat diterapkan ketika metode menghasilkan nilai simpangan baku relatif atau koefisien variasi sebesar 2% atau kurang. Namun, kriteria ini bersifat fleksibel dan dapat disesuaikan tergantung pada konsentrasi analit yang diuji, jumlah sampel yang digunakan, dan kondisi laboratorium. Sebagai panduan umum, nilai RSD yang kurang dari atau sama dengan 1% dianggap sangat teliti, nilai antara 1% dan 2% dianggap teliti, nilai antara lebih dari 2% hingga 5% dianggap memiliki tingkat ketelitian sedang, sedangkan nilai di atas 5% dianggap kurang teliti (Khopkar, 2008).



Gambar 1. Hasil Uji Presisi Pemeriksaan Pb dalam Sampel Urin Perokok Aktif Pekerja Ojek Online

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa persentase RSD dari metode destruksi menggunakan HNO₃ adalah sebesar 5.047%, sedangkan dengan penambahan H₂SO₄ meningkat menjadi 7.456%. Kedua nilai tersebut berada di atas rentang yang dianggap optimal, yaitu lebih dari 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil uji dari kedua metode destruksi basah tersebut belum mencapai tingkat ketelitian yang diharapkan.

Penelitian ini menggambarkan bahwa metode destruksi basah menggunakan HNO₃ saja dan dengan penambahan H₂SO₄ belum memberikan tingkat ketelitian yang memuaskan. Temuan ini menunjukkan bahwa proses destruksi yang digunakan belum memberikan hasil yang dapat diandalkan atau valid dalam menganalisis kandungan Pb dalam urin menggunakan AAS. Ketidakpastian dalam hasil ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti variasi dalam kondisi laboratorium, teknik pengukuran, atau variasi dalam sampel yang digunakan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lebih lanjut dan mungkin penyesuaian metode destruksi untuk meningkatkan tingkat ketelitian dan keandalan hasil analisis (Khopkar, 2008).

Uji Linearitas Analisa Timbal dalam Urin Pada Perokok Aktif Pekerja Ojek Online

Berdasarkan data pengukuran dari serangkaian larutan standar, didapatkan nilai korelasi (r) sebesar 0,9998. Kurva kalibrasi standar pada Gambar 1 menunjukkan garis lurus yang linier,

mengindikasikan bahwa respons alat terhadap konsentrasi analit sesuai dengan persyaratan yang diperlukan. Nilai korelasi ini telah memenuhi standar yang ditetapkan, di mana nilai r harus lebih dari 0,99. Temuan ini menunjukkan bahwa alat yang digunakan memberikan respons yang konsisten terhadap sampel.

Linieritas dalam penelitian ini merujuk pada hubungan antara konsentrasi larutan standar dan absorbansi yang dihasilkan, yang tercermin dalam bentuk garis lurus. Ini menunjukkan bahwa alat mampu memberikan hasil pengujian yang proporsional dengan kadar analit dalam sampel uji, dalam rentang konsentrasi yang ditentukan. Uji linieritas dilakukan melalui pembuatan kurva kalibrasi yang memungkinkan untuk mendapatkan persamaan garis regresi serta nilai koefisien determinasi.

Linieritas merupakan karakteristik penting dalam validasi metode analisis, karena mencerminkan kemampuan alat untuk memberikan respons yang konsisten dan dapat diandalkan terhadap variasi konsentrasi analitik dalam sampel. Hasil uji linieritas yang positif membuktikan bahwa metode analisis yang digunakan mampu menghasilkan hasil pengukuran yang akurat dan dapat dipercaya dalam rentang konsentrasi yang ditetapkan (Skoog et al., 2007).

Uji LoD dan LoQ Analisa Timbal dalam Urin Perokok Aktif Pekerja Ojek Online

Parameter batas deteksi (LoD) merupakan salah satu aspek penting dalam analisis instrumental, merujuk pada kemampuan alat untuk mendeteksi konsentrasi terendah dari suatu analit yang terdapat dalam sampel. LoD ini menunjukkan titik di mana sinyal yang dihasilkan oleh alat menjadi cukup jelas untuk dianggap sebagai respons yang

signifikan. Dalam pengukuran konsentrasi logam timbal (Pb), LoD menjadi krusial karena menentukan sejauh mana alat dapat memberikan informasi yang dapat dipercaya terkait dengan keberadaan timbal dalam sampel (Skoog et al., 2007).

LoD sering dihitung berdasarkan karakteristik sinyal alat dan tingkat kebisingan yang ada. Ketika konsentrasi analit berada di bawah batas deteksi ini, sinyal yang diterima oleh alat masih dianggap optimal meskipun pada tingkat yang sangat rendah. Namun, hal ini memastikan bahwa hasil analisis masih dapat diandalkan, bahkan dalam kondisi di mana konsentrasi analit sangat kecil (Skoog et al., 2007).

Dalam penelitian ini, LoD diukur menggunakan larutan standar Pb dengan metode penambahan HNO_3 dan H_2SO_4 . Dengan teknik ini, penelitian dapat menentukan batas terendah di mana alat masih mampu mendeteksi keberadaan Pb dalam sampel urin perokok aktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batas antara yang dapat terukur dan yang menghasilkan konsentrasi terendah untuk Pb adalah 0,68%. Hasil ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang sensitivitas alat dan kemampuannya untuk mendeteksi analit pada tingkat konsentrasi yang sangat rendah.

Penggunaan HNO_3 dalam proses pengukuran mampu mendeteksi konsentrasi terendah sebesar 0,77%. Batas kuantifikasi (LoQ) merupakan parameter yang didefinisikan sebagai konsentrasi terendah dari suatu analit dalam sampel yang dapat ditetapkan dengan tingkat presisi dan akurasi yang dapat diterima dalam kondisi operasional metode yang digunakan. LoQ sebenarnya mencerminkan titik keseimbangan antara konsentrasi, presisi, dan akurasi yang diinginkan. Ketika tingkat presisi yang

tinggi diperlukan, LoQ cenderung lebih tinggi.

Dalam penelitian ini, perhitungan LoQ menggunakan HNO_3 ditambahkan H_2SO_4 memberikan nilai sebesar 22,6%, sedangkan LoQ menggunakan HNO_3 saja menghasilkan nilai sebesar 25,3% sesuai dengan rumus yang diterapkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada sampel urin perokok aktif, rata-rata kandungan Pb masih di bawah nilai ambang batas (NAB), yaitu sebesar 0,809 mg/dL saat menggunakan HNO_3 . Sementara itu, dengan menggunakan campuran HNO_3 dan H_2SO_4 , kandungan Pb rata-rata sebesar 0,924 mg/dL. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 1406 tahun 2002, kadar normal Pb dalam urin adalah kurang dari 10 $\mu\text{g/L}$.
2. Berdasarkan hasil perhitungan, presisi menggunakan HNO_3 adalah 5,047%, sedangkan presisi menggunakan campuran HNO_3 dan H_2SO_4 adalah 7,456%. Dalam validasi metode destruksi basah untuk analisis unsur Pb dengan konsentrasi tersebut, metode ini belum dapat dikatakan teliti karena hasil yang diperoleh menunjukkan nilai presisi lebih dari 5%.
3. Berdasarkan hasil perhitungan, akurasi menggunakan HNO_3 adalah sebesar 79,56%, sedangkan akurasi menggunakan campuran HNO_3 dan H_2SO_4 adalah sebesar 53,86%. Dalam validasi metode destruksi basah untuk analisis unsur Pb dengan konsentrasi tersebut, hasilnya masih di bawah persyaratan yang ditetapkan, yaitu akurasi dalam rentang $100\% \pm 15\%$. Oleh karena itu, metode ini belum

memenuhi persyaratan akurasi yang diperlukan.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah supaya lebih meningkatkan jumlah sampel agar mendapatkan hasil yang lebih representatif dan dapat digeneralisasi. Jumlah sampel yang lebih besar akan meningkatkan kekuatan statistik dan reliabilitas temuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada PPPM dan STIKES Wira Medika Bali yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini, serta para pekerja ojek online yang telah dengan sukarela menyediakan sampel urin mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Achadi, E. L. (2008). *Gizi dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Al Anshori, J., & lainnya. (2005). Pengaruh Kondisi Pencucian Pemisahan Terhadap Kadar Timbal (Pb) dalam Urin di Pekerja yang Terpapar Timbal di Bengkel Las di Desa Sidomulyo Kecamatan Ampel Gading Kabupaten Pematang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(1), 28-34.
- Bjork, J., Albin, M., Mauritzson, N., Stromberg, U., Johansson, B., and Hagmar, L. (2000). *Smoking and Myelodysplastic Syndromes* (1th ed.; Lippincott Williams & Wilkins., ed.). New York.
- Harmita, D. (2006). *Analisis Fisiko Kimia*.
- John Adamson, A. W. (1990). *Physical Chemistry Of Surface* (5th ed.; John Wille & Sons, ed.). New York.

Khopkar, S. (2008). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.

Lawrence, S. (2003). *Liver Chirrosis in: Lawrence M., Tierney Jr, Stephen J, McPhee, Maxine A Current medical Diagnosis and Treatment*. ed 42. New York: McGrawHill.

Manahan, S. (1992). *Enviromental Chemistry 6th (Ed.Lewis,ed.)*. Publisher. USA.

Mayaserli, D. P., Renowati, R., & Biomed, M. (2018). Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Rambut Karyawan SPBU. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(1), 19. <https://doi.org/10.31958/js.v9i1.606>

Palar, H. (1994). *Pencemaran dan toksikologi logam berat*.

Sitepoe, M. (2000). *Kekhususan Rokok Indonesia*. (1st ed.). Jakarta: PT Grasindo

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2007). *Principles of instrumental analysis*. Thomson Brooks/Cole.)

Vogel, A. I. (2000). *Vogel's textbook of quantitative chemical analysis*. Pearson Education India.