

Identifikasi Kandungan Logam Pada Sampel Air Dari Sumber Air Panas Alam Di Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Kabupaten Manggarai Tengah

Identification of Metal Content in Water Samples from Natural Hot Water Sources in Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Center Manggarai Regency

Helena Idah¹, Ida Bagus Made Suryatika², Ida Bagus Alit Paramarta³, A.A. Ngurah Gunawan⁴, Nyoman Wendri⁵, N.N. Rupiasih^{6*}

^{1, 2, 3, 4, 5, 6}Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: helena.idah@unud.ac.id; suryatikabiofisika@unud.ac.id; paramarta@unud.ac.id; a.a.ngurahgunawan@unud.ac.id; wendri@unud.ac.id; *rupiasih@unud.ac.id

Abstrak – Telah dilakukan pengujian kandungan logam Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Besi (Fe), Seng (Zn), Tembaga (Cu), dan Timbal (Pb), pada sampel air panas alam Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Kabupaten Manggarai Tengah. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bersama Fakultas MIPA Universitas Udayana dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrometry (AAS). Data hasil penelitian menunjukkan sampel air panas dari obyek wisata pemandiaan air panas di Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Kabupaten Manggarai Tengah mengandung Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Pb yang pada setiap titiknya berbeda. Kandungan kalsium pada titik 1: 1,6001 mg/L, titik 2: 26,9995 mg/L, titik 3: 22,3959 mg/L, titik 4: 1,1805 mg/L, dan titik 5: 6,7990 mg/L; kandungan magnesium pada titik 1: 9,8199 mg/L, titik 2: 5,5111 mg/L, titik 3: 3,2000 mg/L, titik 4: 5,6998 mg/L, dan titik 5: 8,5598 mg/L; kandungan besi pada titik 1: 71,8500 mg/L, titik 2: 28,7231 mg/L, titik 3: 14,3057 mg/L, titik 4: 59,3206 mg/L, dan titik 5: 64,1108 mg/L; kandungan seng hanya terdapat pada titik 1 sebesar: 0,5423 mg/L; kandungan tembaga pada titik 1: 1,9899 mg/L, titik 2: 0,4967 mg/L, titik 3: 0,5701 mg/L, titik 4: 0,8975 mg/L, dan titik 5: 1,4201 mg/L dan kandungan timbal pada titik 1: 2,7687 mg/L, titik 2: 3,8499 mg/L, titik 3: 4,4291 mg/L, titik 4: 4,8486 mg/L, dan titik 5: 5,7186 mg/L.

Kata kunci: Unsur logam berat; atomic absorption spectrometry (AAS); air panas; permandian air panas; mineral.

Abstract – Tests have been conducted on the metal content of Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Iron (Fe), Zinc (Zn), Copper (Cu), and Timbal (Pb), on samples of natural hot water Ulumbu Wewo Village Satar Mese Central Manggarai Regency. The research was conducted at the Joint Laboratory of the Faculty of MIPA Udayana University using Atomic Absorption Spectrometry (AAS). The data of the study showed samples of hot water from hot water bathing attractions in Ulumbu Village Wewo Satar Mese District of Central Manggarai Regency contain Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Pb which at each point was different. Calcium content at point 1: 1.6001 mg/L, point 2: 26.9995 mg/L, point 3: 22.3959 mg/L, point 4: 1.1805 mg/L, and point 5: 6.7990 mg/L; magnesium content at point 1: 9.8199 mg/L, point 2: 5.5111 mg/L, point 3: 3.2000 mg/L, point 4: 5.6998 mg/L, and point 5: 8.5598 mg/L; iron content at point 1: 71.8500 mg/L, point 2: 28.7231 mg/L, point 3: 14.3057 mg/L, point 4: 59.3206 mg/L, and point 5: 64.1108 mg/L; the zinc content was only found at point 1 of: 0.5423 mg/L; copper content at point 1: 1.9899 mg/L, point 2: 0.4967 mg/L, point 3: 0.5701 mg/L, point 4: 0.8975 mg/L, and point 5: 1.4201 mg/L and lead content at point 1: 2.7687 mg/L, point 2: 3.8499 mg/L, point 3: 4.4291 mg/L, point 4: 4.8486 mg/L, and point 5: 5.7186 mg/L.

Keywords: Heavy metal element; atomic absorption spectrometry (AAS); hot water; hot water bath; mineral.

1. Pendahuluan

Logam berat merupakan salah satu dari bahan pencemar lingkungan, dan beberapa dari unsur logam tersebut merupakan logam yang paling berbahaya, diantaranya Arsen (As), Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Kadium (Cd). Logam-logam berat tersebut diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh organisme, dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Adanya logam berat di perairan, sangat berbahaya, baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, ataupun terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan [1].

Mata air panas atau sumber air panas adalah mata air yang dihasilkan akibat keluarnya air tanah dari kerak bumi setelah dipanaskan secara geothermal. Mata air panas memiliki suhu yang lebih tinggi, biasanya diatas 37 °C (suhu tubuh manusia) namun sebagian mata air panas mengeluarkan air yang bersuhu diatas titik didih [2].

Hot spring atau *warm spring* biasanya berupa mata air panas atau hangat yang dapat berupa kolam atau mengalir ke sungai dengan volume air dan suhu yang juga berbeda disetiap daerah. Terbentuknya mata air panas atau hangat ketika adanya aliran air panas atau hangat yang mengalir dari dalam kerak bumi dan sebelumnya telah mengalami pemanasan secara geothermal. *Hot spring* biasanya memiliki suhu di atas suhu tubuh normal manusia yakni 37 °C, bahkan tidak jarang juga beberapa mata air panas memiliki suhu yang mencapai titik didih [3].

Mata air panas yang terdapat di dekat lokasi gunung berapi biasanya mengalami panas oleh magma. Sehingga air yang dihasilkan sangat panas dan bertekanan kuat, bahkan dapat menyembur ke permukaan bumi yang dikenal dengan sebutan geysir. Sementara jika air yang sampai ke permukaan bumi dalam bentuk uap, maka disebut sebagai Fumarol dan air yang sampai dipermukaan bumi bercampur dengan lumpur, maka disebut sebagai kubangan lumpur panas [4].

Lokasi sumber air panas dan gas alam terbesar di Nusa Tenggara Timur (NTT) terletak di desa Wewo Kecamatan Satar Mese, Kabupaten Manggarai Tengah yang lebih dikenal dengan nama Ulumbu. Tempat ini berada di kawasan hutan lindung dan telah dijadikan sumber pembangkit tenaga listrik. Sumber pembangkit tenaga listrik di Ulumbu ada dua yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) yang dilakukan dengan pengeboran dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan air sungai (selain air dari sumber air panas) yang diwadahi lalu dipanaskan dengan batu bara untuk menghasilkan uap.

Air panas alam mengandung kadar mineral tinggi, seperti Kalsium, Kalium, Magnesium, Natrium, Klorida, Sulfur, serta mineral lainnya. Air panas alam memiliki manfaat yang tidak mungkin dimiliki oleh air tanah biasa. Mandi berendam di dalam air panas bermineral dipercaya dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit, oleh karena itu, orang berlomba-lomba membangun pemandian air panas dan spa baik untuk tujuan rekreasi maupun pengobatan [5].

Kandungan mineral pada mata air panas seperti air sulfur meningkatkan proliferasi limfosit dalam darah. Air yang kaya sulfur juga sangat membantu dalam masalah respirasi. Sumber air mineral dapat merilekskan kejang otot pada saluran bronkial. Membantu meregulasi sifat otot pada saluran respirasi dan merupakan antiseptic. Mandi di laut mati atau kolam air yang penuh dengan sulfur atau kombinasi keduanya sangat menguntungkan untuk pasien osteoarthritis [6].

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, air memiliki peran yang sangat penting bagi keberlangsungan semua makhluk hidup terlepas dari mana air itu berasal. Dalam hal ini air panas alam di Ulumbu yang muncul ke permukaan dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan oleh warga setempat. Karena air panas ini sangat bermanfaat maka diperlukan pemantauan kesehatan atau kondisi mineral dalam air, apalagi belakangan diketahui penanganan limbah buangan dari PLTU dilakukan di dalam tanah, selain itu penggunaan bahan bakar batu bara, minyak dan gas yang juga memiliki potensi yang dapat menimbulkan dampak buruk pada lingkungan termasuk air. Oleh karena itu, sangat diperlukan untuk memantau kondisi mineral dalam air apakah berkurang atau tidak, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai konsentrasi atau keadaan mineral-mineral air khususnya Ca, Mg, Fe, Zn, Cu dan Pb menggunakan AAS.

2. Landasan Teori

Air panas alam mengandung kadar mineral tinggi, seperti Kalsium, Kalium, Magnesium, Natrium, Klorida, Sulfur, serta mineral lainnya. Air panas alam memiliki manfaat yang tidak mungkin dimiliki oleh air tanah biasa. Mandi berendam di dalam air panas bermineral dipercaya dapat menyembuhkan

berbagai macam penyakit, oleh karena itu, orang berlomba-lomba membangun pemandian air panas dan spa baik untuk tujuan rekreasi maupun pengobatan [5]. Salah satu alat yang dapat mengidentifikasi kandungan yang terdapat pada Air panas yaitu AAS.

Atomic Absorption Spectrometry merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri adalah Spektrometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan Panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas [7].

Sistem pengatoman merupakan bagian yang penting dalam AAS karena pada tempat ini senyawa akan dianalisa. Pada sistem pengatoman unsur-unsur yang akan dianalisa diubah bentuknya dari bentuk ion menjadi bentuk atom bebas. Sistem pengatoman yang sering digunakan adalah sistem pengatoman dengan nyala api dan sistem pengatoman tanpa nyala. Bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan api pada sistem pengatoman dengan nyala api merupakan campuran dari gas pembakar dan oksidan dan penggunaannya tergantung dari suhu nyala yang dibutuhkan [8]. Atomisasi tanpa nyala dilakukan dengan mengalirkan energi listrik pada batang karbon *Carbon Rod Atomizer* (CRA) atau tabung carbon *Graphite Tube Atomizer* (GTA) yang mempunyai 2 elektroda. Arus listrik dialirkan sehingga batang atau tabung menjadi panas (suhu naik menjadi tinggi) dan unsur yang dianalisa akan teratomisasi.

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom – atom menyerap cahaya tersebut pada Panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unurnya. Misalkan Natrium menyerap pada 589 nm, Uranium pada 355,5 nm, sedangkan Kalium pada 766,5 nm. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom [9].

Kalsium berasal dari kata latin *calx* yang berarti kapur. Kalsium memiliki nomor atom 20 dengan lambang Ca dan merupakan unsur kelima dan logam ketiga yang paling melimpah di kerak bumi. Dan Magnesium bersifat sangat reaktif, namun kereaktifannya tidak seperti yang diharapkan berdasarkan nilai potensial reduksinya (-2,37 V). Kurang reaktifnya magnesium disebabkan oleh cepatnya pembentukan oksida yang membungkus permukaan logam magnesium sehingga melindungi kontak lebih lanjut dengan oksigen yang ada di udara [10].

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/liter tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih besar lagi [11], sedangkan seng digunakan dalam sintesis DNA dan RNA, juga dalam metabolisme protein serta esensial untuk pertumbuhan anak. Meskipun unsur ini esensial bagi tubuh, namun dalam dosis yang tinggi dapat berbahaya dan bersifat toksik. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual dan muntah [12].

Tembaga merupakan logam transisi golongan I B berwarna kemerahan, mudah regang, dan mudah ditempa [13], sedangkan Timbal adalah logam berkilau yang berwarna putih kebiruan atau kelabu keperakan. Sifat khusus yang dimiliki oleh timbal adalah sangat lunak sehingga dapat dipotong menggunakan pisau dan tangan, mudah dibentuk dan tahan terhadap korosi atau karat sehingga sering digunakan sebagai bahan *coating* [13].

3. Metode Penelitian

Air panas alam Ulumbu diambil sebanyak 350 mL pada 5 titik dengan jarak masing-masing 10 m. Sampel diambil dari hilir ke hulu kemudian dimasukkan kedalam botol dan saat pengambilan sampel posisi mulut botol sesuai dengan arah air mengalir dengan tujuan menghindari adanya kotoran atau sampah yang masuk kedalam botol sampel.

Sampel yang telah di ambil di bawa ke Laboratorium Analitik Universitas Udayana untuk di preparasi. Masing-masing sampel dipipet sebanyak 50 ml ke dalam gelas beker 100 ml, kemudian ditambahkan 5 ml asam nitrat pekat ke dalam masing-masing sampel. Sampel kemudian dipanaskan sampai mendidih, lalu ditambahkan dengan asam sulfat 5 ml, kemudian dipanaskan lagi sampai mendidih, lalu sampel diangkat untuk didinginkan. Sampel yang telah dipreparasi diinjeksikan ke dalam alat spektrometer serapan atom sesuai dengan panjang gelombang dari masing-masing unsur, konsentrasi Ca diuji pada panjang gelombang 422,7 nm, konsentrasi Mg diuji pada panjang gelombang 285,2 nm, konsentrasi Fe diuji pada panjang gelombang 248,3 nm, konsentrasi Zn diuji pada panjang gelombang

213,9 nm, konsentrasi Cu diuji pada panjang gelombang 324,8 nm, dan konsentrasi Pb diuji pada panjang gelombang 283,3 nm, kemudian data yang diperoleh di catat kemudian dibuat hasil dalam bentuk tabel dan diagram perbandingan.

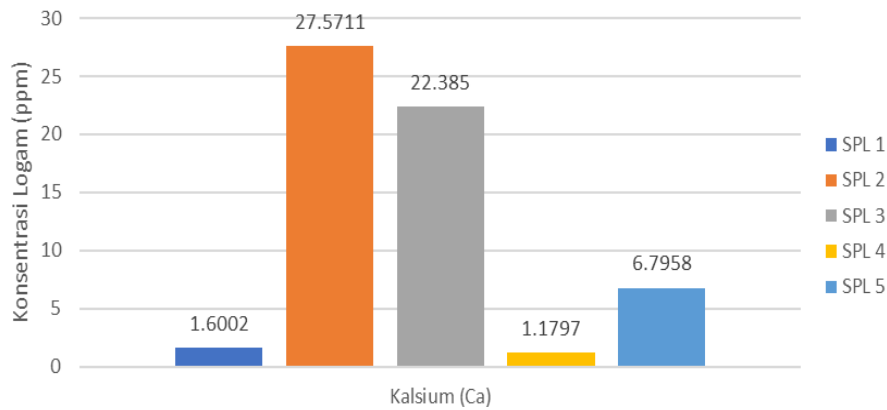
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Data hasil pengukuran logam kalsium menggunakan AAS

Data pada Tabel 1 dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 1. Konsentrasi Ca ditemukan pada semua lokasi pengambilan sampel. Konsentrasi minimum terdapat pada sampel 4 yaitu sebesar 1,1797 mg/L, maksimumnya pada sampel 2 yaitu 27,5711 mg/L. Kadar kalsium menurun apabila kalsium mengalami pengendapan menjadi CaCO₃, sebagai akibat dari terjadinya peningkatan suhu, selain itu adalah penurunan kadar karbondioksida, dan peningkatan aktivitas fotosintesis [11].

Tabel 1. Data hasil pengukuran Sampel kalsium (Ca) menggunakan AAS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
SPL 1	1,6017	1,5999	1,6006	1,5989	1,6001
SPL 2	27,8904	26,9901	27,9854	27,9899	26,9995
SPL 3	22,2987	22,5144	22,3959	22,3201	22,3959
SPL 4	1,1799	1,1800	1,1799	1,1783	1,1805
SPL 5	6,7802	6,8012	6,7994	6,7994	6,7990



Gambar 1. Grafik konsentrasi kalsium.

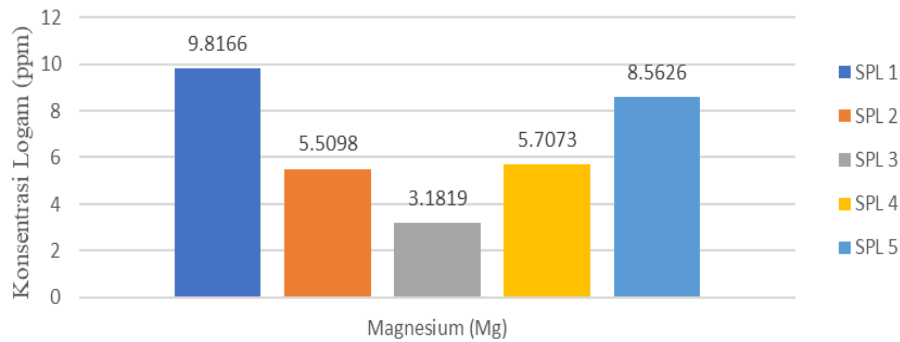
4.2 Data hasil pengukuran logam magnesium menggunakan AAS

Data pada Tabel 2 dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 2. Konsentrasi Mg ditemukan disemua lokasi pengambilan sampel. Konsentrasi minimum terdapat pada sampel 3 yaitu 3,1819 mg/L dan maksimumnya pada sampel 1 yaitu 9,8166 mg/L. Hal ini disebabkan karena pada lokasi pengambilan sampel 1 terdapat begitu banyak bebatuan, dari ukuran kecil hingga yang berukuran besar, yang mana kita ketahui bahwa sumber utama magnesium dalam perairan adalah dari bebatuan. Sumber utama magnesium diperairan adalah ferro magnesium dan magnesium karbonat yang terdapat batuan [11].

Tabel 2. Data hasil pengukuran Sampel magnesium (Mg) menggunakan AAS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
SPL 1	9,8034	9,8200	9,8198	9,8200	9,8199
SPL 2	5,5133	5,4991	5,5133	5,5123	5,5111
SPL 3	3,2000	3,2009	3,2009	3,1078	3,2000
SPL 4	5,7111	5,7128	5,7128	5,6999	5,6998

SPL 5 8,5592 8,5598 8,5685 8,5658 8,5598



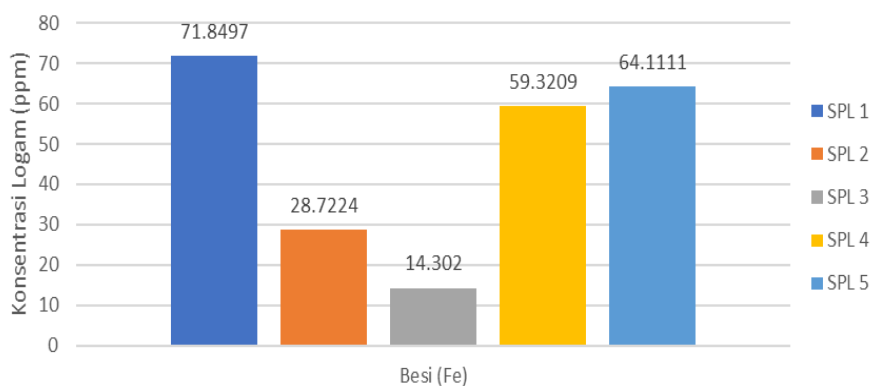
Gambar 2. Grafik konsentrasi magnesium.

4.3 Data hasil pengukuran logam besi menggunakan AAS

Data pada Tabel 3 dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 3. Konsentrasi Fe terdapat pada semua lokasi pengambilan sampel. Sama seperti magnesium, konsentrasi minimum terdapat pada sampel 3 yaitu 14,3020 mg/L, dan maksimum pada sampel 1 yaitu 71,8497 mg/L. Hal ini disebabkan karena pada lokasi pengambilan sampel 1 merupakan daerah hilir yang mana tempat ini menjadi tujuan akhir dari seluruh aliran air panas. Di sisi lain, air panas ini juga menerima aliran air dari daerah PLTPB (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) yang dilakukan dengan pengeboran) dan PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang dipanaskan dengan batu bara untuk menghasilkan uap.

Tabel 3. Data hasil pengukuran sampel besi (Fe) menggunakan AAS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
SPL 1	71,8489	71,8488	71,8504	71,8504	71,8500
SPL 2	28,7230	28,7198	28,7231	28,7230	28,7231
SPL 3	14,2999	14,2989	14,3057	14,3000	14,3057
SPL 4	59,3215	59,3211	59,3215	59,3197	59,3206
SPL 5	64,1100	64,1114	64,1114	64,1120	64,1108



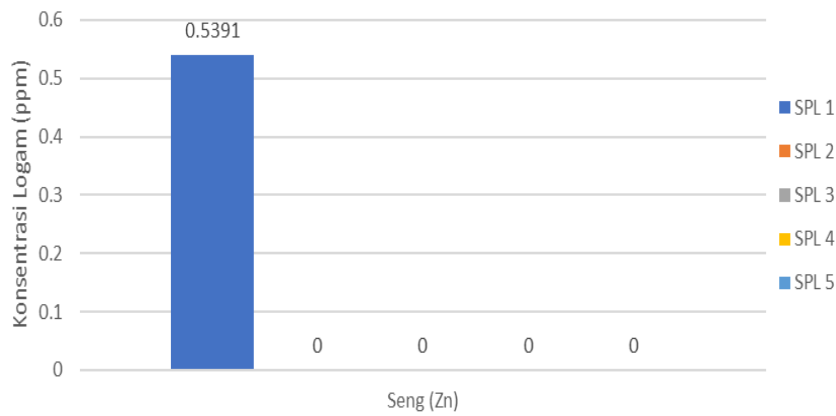
Gambar 3. Grafik konsentrasi besi.

4.4 Data hasil pengukuran logam seng (Zn) menggunakan AAS

Data pada Tabel 4 dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 4. Konsentrasi Zn disemua lokasi pengambilan sampel hampir tidak ada. Konsentrasi Zn hanya terdapat pada sampel 1 yaitu 0,5391 mg/L. Hal ini disebabkan karena lokasi pengambilan sampel 1 merupakan daerah hilir yang mana tempat ini menjadi tujuan akhir dari seluruh aliran air panas.

Tabel 4. Data hasil pengukuran Sampel seng (Zn) menggunakan AAS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
SPL 1	0,5402	0,5398	0,5367	0,5367	0,5423
SPL 2	0	0	0	0	0
SPL 3	0	0	0	0	0
SPL 4	0	0	0	0	0
SPL 5	0	0	0	0	0



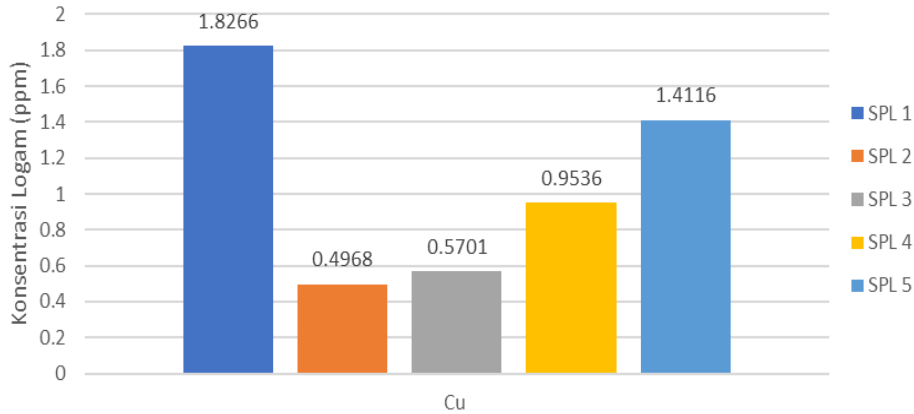
Gambar 4. Grafik konsentrasi seng.

4.5 Data hasil pengukuran logam tembaga (Cu) menggunakan AAS

Tabel 5. Data hasil pengukuran Sampel seng (Zn) menggunakan AAS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
SPL 1	1,2018	1,9758	1,9899	1,9758	1,9899
SPL 2	0,5023	0,4925	0,4967	0,4956	0,4967
SPL 3	0,5724	0,5698	0,5701	0,5679	0,5701
SPL 4	0,9976	0,8956	0,9976	0,9798	0,8975
SPL 5	1,4059	1,4201	1,4060	1,4061	1,4201

Data pada Tabel 5 dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 5. Konsentrasi Cu terdapat pada semua lokasi pengambilan sampel. Konsentrasi minimum terdapat pada sampel 2 yaitu 0,4968 mg/L dan konsentrasi maksimum pada sampel 1 yaitu 1,8266 mg/L.



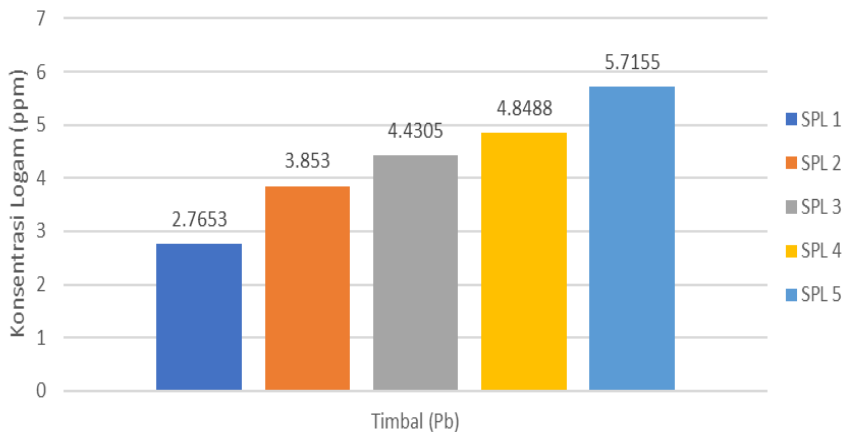
Gambar 5. Grafik konsentrasi tembaga.

4.6 Data hasil pengukuran logam timbal (Pb) menggunakan AAS

Data pada Tabel 6 dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 6. Konsentrasi Pb terdapat pada semua lokasi pengambilan sampel. Konsentrasi minimum terdapat pada sampel 1 yaitu 2,27653 mg/L dan konsentrasi maksimum pada sampel 5 yaitu 5,7155 mg/L. Konsentrasi minimum terdapat di sampel 1, disebabkan karena keberadaan timbal pada perairan diserap dengan baik oleh tanah.

Tabel 6. Data hasil pengukuran Sampel Timbal (Pb) menggunakan AAS.

Sampel	Konsentrasi (ppm)				
	I	II	III	IV	V
SPL 1	2,7623	2,7689	2,7623	2,7642	2,7687
SPL 2	3,8587	3,8498	3,8531	3,8535	3,8499
SPL 3	4,4298	4,4305	4,4305	4,4328	4,4291
SPL 4	4,8521	4,8480	4,8476	4,8479	4,8486
SPL 5	5,7098	5,7154	5,7138	5,7201	5,7186



Gambar 6. Grafik konsentrasi timbal.

5. Kesimpulan

Sampel air panas dari obyek wisata pemandiaian air panas di Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Kabupaten Manggarai Tengah mengandung Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Besi (Fe), Seng (Zn), Tembaga (Cu), dan Timbal (Pb). Sampel air panas dari obyek wisata pemandiaian air panas di Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Kabupaten Manggarai Tengah memiliki kandungan logam maksimum yaitu besi (Fe) pada titik satu sebesar 71,8500 mg/L dan kandungan logam minimum yaitu seng (Zn) yang hanya terdapat pada titik 1 sebesar 0,96 mg/L.

Pustaka

- [1] Ramlia, Rahmi, dan Abidin. D, Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Di Perairan Wilayah Pesisir Parepare, *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan*, Vol. 1, No. 3, 2018.
- [2] Riyanto dan Muhammad, Kondisi Fisik Dan Kimia Air Di Pemandian Way Panas Desa Merak Batin Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan Tahun 2013, *Skripsi*, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2014.
- [3] Fitrianty dan Unaya, Sebaran Mata Air Panas Di Kabupaten Serang, *Skripsi*, Universitas Indonesia, 2012.
- [4] Kresnawati Y, Pasangka B, dan Pingak R.K, Kajian Aktivitas Jenis Massa Kandungan Radioisotop Dalam Sampel Sumber Air Panas Di Ulumbu Desa Wewo Kecamatan Satar Mese Kabupaten Manggarai Tengah, *Journal Article // Jurnal Fisika*, Universitas Nusa Cendana Kupang, 2017.
- [5] Rizkiyah dan Inayatu, Identifikasi Kandungan Mineral Sulfat (SO_4^{2-}), Klorida (Cl^-), Magnesium (Mg) Dan Kalsium (Ca) Pada Air Panas Obyek Wisata Pemandian Air Panas Guci, Tegal, *Skripsi*, Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, 2013.
- [6] Nanlohy F, Tehubijuluw H, dan Sekewael S.J, Kontribusi Sains Untuk Pengembangan Pendidikan, Biodiversitas dan Mitigasi Bencana Pada Daerah Kepulauan, *Prosiding Seminar Nasional Basic science II*, Universitas Pattimura Ambon, 2010.
- [7] Rahayu D, Dinana S.R.A, dan Dwi K.R, Spektrofotometer Serapan Atom, *Makalah Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri*, 2015.
- [8] Kusumawati D.R, *Spektrometri Serapan Atom (SSA)*, 2012, tersedia dari <https://deerakusuma.files.wordpress.com>, diakses 10 Januari 2021.
- [9] Djunaidi M.C, Studi Interferensi Pada AAS (Atomic Absorption Spectroscopy), *Skripsi*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2015.
- [10] Sugiyarto K.H dan Suyanti R.D, *Kimia Anorganik Logam*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010..
- [11] Effendi H, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan perairan*, Kanisius, Yogyakarta, 2003.
- [12] Anggraini P, *Analisis Kandungan Logam Berat Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) pada Air Limbah Elektroplating di DKI Jakarta, Serbia, University of Belgrade*, 2013, diakses dari <https://www.academia.edu/20179525/>, diakses 31 Januari 2022.
- [13] Margareta S. N, Analisis kandungan logam berat (Pb, Cu, Cd dan Hg) pada air minum isi ulang di kota Malang berbasis spektroskopi serapan atom menggunakan metode PCA, *Skripsi*, Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim, 2019.