

Monitoring Kadar Logam Berat Pada Air Permukaan di Hutan
Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin
(*Monitoring Heavy Metal Levels in Surface Water in the Secondary
Forest of Kemampo Banyuasin KHDTK*)

Ana Rahmi¹⁾, Siti Fatimah²⁾, Imam Muslimin³⁾, RA Hoetary Tirta Amallia⁴⁾

¹⁾Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

²⁾Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

³⁾Balai Penerapan Standar Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang

⁴⁾Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang
Jl. Pangeran Ratu No.3, 8 Ulu, Kecamatan Seberang Ulu I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30267,
Indonesia

Desa Kayuara Kuning, Kecamatan Banyuasin III, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan 30267, Indonesia

Email: hoetary_uin@radenfatah.ac.id

Abstract

The quality and potential of groundwater in an area is largely determined by the chemical properties of groundwater and the distribution of aquifer systems. The purpose of this study was to analyse the content of heavy metals cadmium (Cd), iron (Fe), and lead (Pb) contained in groundwater in the Secondary Forest of Kemampo Banyuasin KHDTK. The type of research used is descriptive analytical research, using purposive sampling method to test the levels of heavy metals cadmium (Cd), iron (Fe), and lead (Pb) in groundwater in the secondary forest of KHDTK Kemampo Banyuasin using AAS. The analysis results showed that the concentrations of heavy metals cadmium (Cd), iron (Fe), and lead (Pb) in groundwater in Kemampo Forest all did not exceed the quality standard. Pollution in Kemampo Forest has a fairly low level of heavy metals, so the environment is considered to be of good quality. Therefore, Kemampo Forest can serve as an example for research due to its stable condition, especially in terms of environment and heavy metals.

Keywords: heavy metals, water pollution, conservation forest

Abstrak

Kualitas dan potensi air permukaan pada suatu wilayah sangat ditentukan oleh sifat kimia air tanah dan penyebaran sistem akuifer. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat kadmium (Cd), besi (Fe), dan timbal (Pb) yang terdapat di dalam air tanah di Hutan Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif analitik, dengan menggunakan metode purposive sampling untuk menguji kadar logam berat kadmium (Cd), besi (Fe), dan timbal (Pb) pada air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin menggunakan AAS. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat kadmium (Cd), besi (Fe), dan timbal (Pb) pada air tanah di Hutan Kemampo semuanya tidak melebihi standar baku mutu. Pencemaran di Hutan Kemampo memiliki tingkat logam berat yang cukup rendah, sehingga lingkungan dianggap berkualitas baik. Oleh karena itu, Hutan Kemampo dapat menjadi contoh untuk penelitian karena kondisinya yang stabil, khususnya dalam hal lingkungan dan logam berat.

Keywords: logam berat, pencemaran air, hutan konservasi

PENDAHULUAN

Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) suatu kawasan hutan penunjang yang sangat penting, ditetapkan oleh pemerintah untuk kepentingan

umum seperti penelitian dan pengembangan, pendidikan dan latihan serta religi dan budaya tanpa mengubah fungsi pokok kawasan hutan sebagai fungsi konservasi, lindung dan produksi (Dewantara, et al., 2022). Hutan konservasi merupakan suatu kawasan hutan yang dilindungi untuk melestarikan hutan dan seluruh kehidupan didalamnya sehingga fungsi hutannya tetap terjaga dan berjalan sebagaimana mestinya (Syafe'i et al., 2020).

Logam berat dibagi menjadi dua jenis yaitu, logam berat esensial yang merupakan logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme dan logam berat non-esensial yang merupakan logam yang tidak dibutuhkan oleh organisme dan dapat bersifat racun jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan (Kasam, 2018). Logam berat merupakan jenis polutan yang menjadi perhatian karena sulit untuk didegradasi secara alami di alam sehingga butuh metode yang efektif dan mudah untuk meremediasi atau mengurangi cemaran logam berat tersebut (alkorta, 2004) didalam sumiahadi, 2023). Widowati (2020) menjelaskan bahwa logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi, berat jenisnya lebih dari 5 g/cm³. Bahan kimia pencemar air tanah sangat beragam yang biasanya terdiri dari komponen anorganik seperti logam berat yang berbahaya. Logam berat yang paling sering dijumpai dan mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), arsenik (As), kromium (Cr), nikel (Ni) dan besi (Fe). Menurut Komarudin et al. (2021), limbah logam didominasi oleh baterai yang mengandung unsur seperti nikel, litium, kadmium, dan lainnya. Sedangkan limbah cat mengandung logam berat timbal (Widoowati, 2020).

Logam berat dapat memberikan dampak negatif terhadap manusia yang menggunakan air tersebut dan organisme yang ada diperairan (Kamarati didalam Putra dan Mairizki. 2018). Barkat et al. (2023), berpendapat dampak buruk logam berat tidak hanya berdampak pada manusia dan hewan juga mengalami perubahan morfologi, histologis, dan biokimia ketika terkena polutan lingkungan seperti logam berat, bahkan pada konsentrasi rendah, dalam jangka waktu lama (Barkat et al., 2023).

Menurut Kumurur (2002) didalam Syawal (2016) menjelaskan bahwa Keberadaan bahan pencemar tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan

kualitas perairan danau, sehingga tidak sesuai lagi dengan jenis peruntukannya sebagai sumber air baku air minum, perikanan, pariwisata dan sebagainya. Selain itu, tingginya masukan bahan pencemar dari antropogenik dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati, khususnya spesies endemik danau tersebut (Syawal, 2016). Pencemaran lingkungan berpengaruh terhadap tanaman, hewan, dan manusia, karena apabila lingkungan alam sudah tercemar maka tanaman yang berada di lingkungan tersebut ikut tercemar begitupun hewan dan manusia. Dengan cara mengkonsumsi cepat atau lambat dampaknya akan terkena pada manusia (Ali et al., 2019). Produksi pertanian dapat menyebabkan pembuangan air limbah yang mengandung pestisida dan pupuk, yang berkontribusi terhadap pencemaran air tanah. Pembuangan limbah rumah tangga dan air limbah industri juga dapat menyebabkan pencemaran air tanah (Wang, et al., 2022). Menggunakan pupuk yang berlebihan pada pertanian dan limbah domestik dapat digolongkan sebagai sumber pencemaran logam berat secara langsung (Parubak, et al., 2023). Kehidupan makhluk hidup tergantung dari apa yang terjadi di lingkungannya. Lingkungan yang terbuka mudah dimasuki bahan-bahan yang tidak diketahui misalnya limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3). Lingkungan perairan adalah zona bebas yang mudah dimasuki effluent baik secara langsung melalui pipa-pipa pembuangan ataupun run off dari aliran bawah tanah (Adriansyah, et al., 2019).

Logam berat terakumulasi secara hayati dan ditransfer secara biologis baik oleh sumber-sumber alami maupun antropogenik. Kontaminasi oleh logam berat pada tanaman dan air adalah salah satu masalah utama yang harus dihadapi di seluruh dunia dan membutuhkan perhatian karena logam berat di atas normal sangat mengancam kehidupan tumbuhan dan hewan (Nazir, et al., 2015). Tumbuhan yang berpotensi dalam penyerapan logam berat seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), besi (Fe), merkuri (Hg) dan kromium (Cr) yaitu tumbuhan akuatik (air) dan semiakuatik (Ardiyanti dan Kuntjoro. 2022).

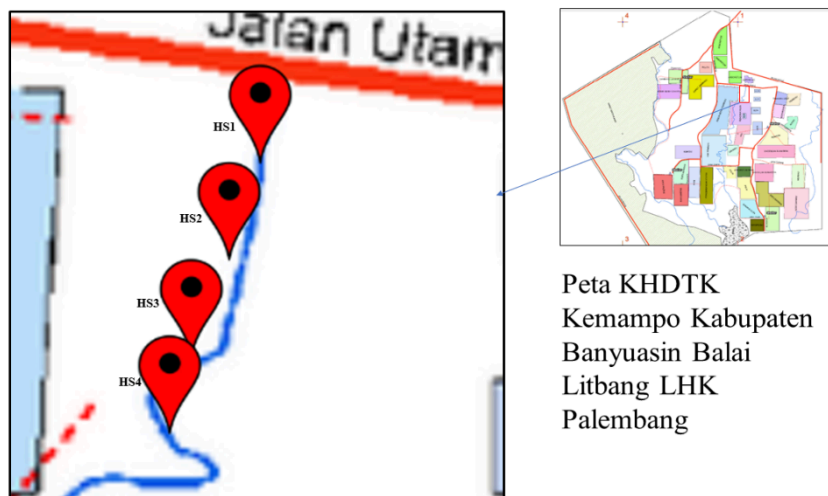
Kekurangan besi pada tumbuhan dapat menyebabkan gejala klorosis, yaitu menguningnya daun. Hal ini disebabkan oleh terganggunya proses fotosintesis akibat kekurangan klorofil. Gejala kekurangan besi juga dapat menyebabkan

pertumbuhan tumbuhan yang terhambat, daun yang keriting, dan biji yang tidak berkembang sempurna (Sitompul dan mubarak. 2023).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada September-November 2023. Tempat pengambilan sampel pada air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin Dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Terpadu Uin Raden Fatah Palembang.



Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), neraca analitik, pipet tetes, pipet volume, erlenmeyer, corong, labu ukur 50 ml, gelas kimia 100 ml, spatula, kamera, label sampel, lemari asam, kertas saring, hotplate, krusibel 50 ml. Adapun bahan-bahan yang digunakan HNO₃ pekat, asam perklorat pekat, aquades dan air yang dijadikan sampel.

Jenis penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif analitik, dengan menggunakan metode purposive sampling dengan menguji kadar logam berat cadmium (Cd), besi (Fe), dan timbal (Pb) pada air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin dengan menggunakan AAS.

Prosedur Kerja

Prosedur pengambilan sampel

Metode sampling yang digunakan adalah sampling diambil pada 4 titik, kemudian dilakukan proses komposit. Sampel air tanah di hutan sekunder yang berada di KHDTK Kemampo Banyuasin di ambil dengan menggunakan ember yang dimana air akan langsung masuk ke botol sampel dan diberi label

Prosedur analisis Sampel

a. Destruksi pada sampel air tanah di hutan sekunder

Sampel yang diperoleh diukur menggunakan labu ukur sebanyak 5 ml dengan menggunakan labu ukur. Kemudian sampel dimasukkan kedalam krusibel. Ditambahkan asam Nitrat (HNO_3) sebanyak 2 ml. Kemudian panaskan diatas hotplate dengan suhu 200°C hingga hampir kering dan bewarna kuning. Lalu ditambahkan Asam Perklorat dan Asam Nitrat (HNO_3) dengan perbandingan 1:1 dipanaskan kembali diatas hotplate. Lalu dinginkan sampel dan saring sampel kedalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda tera lalu dihomogenkan.

b. Pengujian Sampel Pada AAS

Nyalakan alat AAS dan dioptimasi sesuai petunjuk penggunaan alat. Dilakukan pengukuran larutan standar masing-masing logam dengan konsentrasi 0,2, 0,4 , 0,6 , dan 0,8. Selanjutnya memipet filtrat dari sampel yang telah dibuat dan dimasukkan ke dalam alat AAS untuk diukur dengan panjang gelombang 217-218 nm. Hasil yang diperoleh dicatat sebagai kadar logam.

Analisis Data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel data distribusi frekuensi untuk melihat gambaran dari nilai konsentrasi logam berat cadmium (Cd), besi (Fe), timbal (Pb) pada air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berikut ini hasil penelitian Monitoring Kadar Logam Berat Pada air Tanah di Hutan Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin sebagai berikut :

Tabel 1. Konsentrasi Kadar Cadmium (Cd) Pada Air Tanah di Hutan Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin

N o	Kode Sampel	Kadar Logam Cadmium (Cd) pada Air (mg/L)	Baku mutu kadar Logam Cadmium (Cd) pada Air (mg/L)
1.	HS 1	0,004	0,005 mg/L (Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990)
2.	HS 2	0,005	
3.	HS 3	0,004	
4.	HS 4	0,004	
Rata-rata		0,00425	

Dari tabel 1. Untuk pengujian kadar cadmium (Cd) pada sampel air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin memiliki nilai rata-rata 0,00425 mg/L. Konsentrasi logam cadmium (Cd) pada sampel air tanah masih dibawah nilai ambang batas yang diperbolehkan oleh Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu sebesar 0,005 mg/L. Dimana nilai tertinggi terdapat pada sampel HS 2 sebesar 0,005.

Tabel 2. Konsentrasi Kadar Besi (Fe) Pada Air Tanah di Hutan Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin

No .	Kode Sampel	Kadar Logam Besi (Fe) pada Air (mg/L)	Baku mutu kadar Logam Besi (Fe) pada Air (mg/L)
1.	HS 1	0,349	1 mg/L (Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990)
2.	HS 2	<0,003	
3.	HS 3	<0,003	
4.	HS 4	0,426	
Rata-rata		0,19525	

Dari tabel 2. Untuk pengujian kadar Besi (Fe) pada sampel air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin memiliki nilai rata-rata 0,19525 mg/L. Konsentrasi logam Besi (Fe) pada sampel air tanah masih dibawah nilai ambang batas yang diperbolehkan oleh Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu sebesar 1 mg/L. Dimana nilai tertinggi terdapat pada sampel HS 4 sebesar 0,426, dengan limit of detection 0,003 mg/l.

Tabel 3. Konsentrasi Kadar Timbal (Pb) Pada Air Tanah di Hutan Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin

N o	Kode Sampel	Kadar Logam Timbal (Pb) pada Air (mg/L)	Baku mutu kadar Logam Timbal (Pb) pada Air (mg/L)
1.	HS 1	<0,001	0,05 mg/L (Permenkes 492/MENKES/PER/2010)
2.	HS 2	<0,001	
3.	HS 3	<0,001	
4.	HS 4	<0,001	

Rata-rata	<0,001
-----------	--------

Dari tabel 3. Untuk pengujian kadar Timbal (Pb) pada sampel air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin memiliki nilai rata-rata 0,001 mg/L. Konsentrasi logam Timbal (Pb) pada sampel air tanah masih dibawah nilai ambang batas yang diperbolehkan oleh Permenkes 416/MENKES/PER/IX/1990 dengan limit of detection timbal 0.001 mg/L.

PEMBAHASAN

Berdasarkan uji laboratorium pengukuran kadar logam berat kadmium (Cd), besi (Fe), dan timbal (Pb) pada air tanah di Hutan Sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS), diperoleh nilai yang berbeda-beda pada setiap titik sampling, tetapi semua sampel yang diperoleh berada di bawah ambang batas. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam jumlah tertentu atau melebihi ambang batasnya dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologi (Putri et al., 2012). Logam berat mencakup berbagai aspek, dari aspek lingkungan potensi pencemaran logam berat terhadap tanah, air, dan udara dapat menimbulkan masalah lingkungan. Dari aspek kesehatan dampak kesehatan logam berat pada manusia, hewan, dan tumbuhan mencakup kanker, gangguan saraf, gangguan endokrin, ketidaksuburan, dan kelahiran cacat. Dari aspek industri logam berat digunakan dalam produk industri seperti baterai, cat, pupuk, pestisida, dan pelapisan logam. Dari aspek pertanian logam berat apabila berkonsentrasi tinggi dapat mencemari tanah pertanian dan tanaman, berpotensi menimbulkan masalah kesehatan pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Dari aspek kimia peran logam berat dalam kimia mencakup fungsi sebagai katalis, pembuatan pigmen, dan pembuatan baterai (Atsdr, 2023).

Jarak antara titik sampel dengan pemukiman warga cukup jauh sehingga faktor tidak mempengaruhi kandungan kadmium (Cd) pada titik sampling. Komposisi geologis suatu daerah dapat memengaruhi kandungan kadmium dalam air tanah (Hidratmo, et al., 2021). Konsentrasi Cd yang sangat kecil disebabkan titik sampling cukup jauh dari sumber kadmium tersebut, yang berasal dari pelapis logam, PVC/plastic, pupuk phospat, dan endapan sampah (Komarudin et al.,

2021). Daerah kemampo yang memiliki sistem pengelolaan limbah yang baik dapat mengurangi pencemaran kadmium di lingkungan. Dampak kadmium pada tumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti konsentrasi dalam tanah, jenis tumbuhan, tahap pertumbuhan, dan faktor lingkungan (Epa, 2023)

Beberapa batuan atau tanah mungkin memiliki kadar kadmium yang rendah, sehingga air yang melewati area tersebut juga memiliki kandungan kadmium yang rendah. Logam berat mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi, kemudian terakumulasi ke lingkungan (Hidratmo, et al., 2021).

Air yang mengandung banyak Fe akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam Fe dalam air serta menimbulkan korosi pada benda yang terbuat dari logam (Putra dan Mairizki, 2020). Besi memiliki peran krusial sebagai unsur esensial bagi tumbuhan, memainkan peran signifikan dalam berbagai proses metabolisme, termasuk sintesis klorofil, pembentukan enzim-enzim, produksi pigmen, pembentukan dinding sel. Kebutuhan besi oleh tumbuhan bervariasi tergantung pada jenis dan tahap pertumbuhan. Secara umum, kandungan besi yang diperlukan oleh tumbuhan berkisar antara 20 hingga 1000 ppm (Sitompul dan mubarak. 2023).

Jarak antara titik sampel dengan pemukiman warga cukup jauh sehingga faktor tidak mempengaruhi kandungan timbal (Pb) pada titik sampling. Jika tidak ada sumber pencemar industri atau kegiatan manusia yang dapat menghasilkan tingginya kandungan timbal, maka air tanah di daerah tersebut cenderung memiliki kandungan timbal yang rendah (Sunarsi et.al. 2018). Limit of detection (LOD) pada AAS adalah konsentrasi terkecil analit yang dapat dideteksi dan masih menghasilkan respon signifikan dibanding dengan blanko. LOD biasanya dinyatakan dalam satuan konsentrasi, seperti mg/L, µg/L, atau ppb. Jika LOD untuk timbal dalam air adalah 0,001 mg/L, maka konsentrasi timbal sebesar 0,001 mg/L masih dapat dideteksi dan menghasilkan respon yang signifikan, sedangkan konsentrasi timbal yang lebih rendah dari 0,001 mg/L tidak dapat dideteksi (NIST, 2023).

Kadar logam berat yang tinggi pada lingkungan dapat mencemari tanah dan air, menghambat pertumbuhan tanaman, meracuni hewan, kerusakan

lingkungan, termasuk perubahan pH, merusak ketersediaan nutrisi, dan ekosistem air. Apabila terakumulasi dalam tubuh manusia dapat merusak ginjal, paru-paru, dan sistem reproduksi, kanker, mengganggu sistem saraf, otak dan banyak lagi (Iarc, 2012). Pencemaran di Hutan Kemampo memiliki tingkat logam berat yang cukup rendah, sehingga lingkungan dianggap berkualitas baik. Sebagai hasilnya, Hutan Kemampo bisa menjadi contoh untuk penelitian karena kondisinya yang stabil, khususnya dalam hal lingkungan dan logam berat.

PENUTUP

Hasil ini menunjukkan bahwa air tanah di hutan sekunder KHDTK Kemampo Banyuasin tidak tercemar logam berat kadmium, besi dan timbal. Pencemaran di Hutan Kemampo memiliki tingkat logam berat yang cukup rendah, sehingga lingkungan dianggap berkualitas baik. Sebagai hasilnya, Hutan Kemampo bisa menjadi contoh untuk penelitian karena kondisinya yang stabil, khususnya dalam hal lingkungan dan logam berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kaprodi Biologi yang telah memfasilitasi kegiatan kuliah praktek dan miniriset. Selanjutnya, ucapan terimakasih disampaikan kepada KHDTK Kemampo Banyuasin sebagai lahan praktek dan miniriset.

REFERENSI

- Adriansyah, M., Fayzun, M., Ardillah, N. S., Peri, Y., Maulianawati, D., & Irawati, H. (2019). Monitoring kualitas air temporal dan uji logam pada kerang kapah (*Meretrix meretrix*) di Pantai Amal Lama Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1), 48-56.
- Ali, I., Rondonuwu, S. B., & Dapas, F. N. (2019). Analisis kandungan merkuri pada tanah dan umbi tanaman ubi kayu (*manihot esculenta crantz*) di daerah pertambangan desa soyowan, minahasa tenggara. *Jurnal MIPA*, 8(3), 227-230.

- Ardiyanti, A., & Kuntjoro, S. (2022). Analisis Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tumbuhan Air di Sungai Prambon Kabupaten Sidoarjo. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 414-422.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2012). "Cadmium and Cadmium Compounds."
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2023). *Toxicological Profile for Lead*. Atlanta, GA: ATSDR.
- Barkat, A., Bouaicha, F., Ziad, S., Mester, T., Sajtos, Z., Balla, D., & Szabó, G. (2023). The Integrated Use of Heavy-Metal Pollution Indices and the Assessment of Metallic Health Risks in the Phreatic Groundwater Aquifer-The Case of the Oued Souf Valley in Algeria. *Hydrology*, 10(10), 201.
- Hindratmo, B., Masitoh, S., Lestari, R. P., & Kusumawardhani, M. (2021). Kandungan Logam Berat dalam Sungai dan Tanah di Beberapa Wilayah Desa Hila, Kepulauan Romang–Kabupaten Maluku Barat Daya. *Ecolab*, 15(2), 111-119.
- Ir Kasam, M. T., & Wacano, D. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat Di Dalam Air Tanah Di Tpa Gunung Tugel Banyumas.
- Komarudin, D., Hidayat, F., & Putri, D. K. (2021). Analisis Kadar Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Air Tanah Di Perumahan Perumnas Bekasi. *ISTA Online Teknologi Journal*, 2(1), 8-13.
- Natsir, N. A., Hanike, Y., Rijal, M., & Bachtiar, S. (2020). Kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air, sedimen dan organ mangrove di perairan Tulehu. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 8(2), 149-159.
- Nazir, R., Khan, M., Masab, M., Rehman, H. U., Rauf, N. U., Shahab, S., ... & Shaheen, Z. (2015). Accumulation of heavy metals (Ni, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe) in the soil, water and plants and analysis of physico-chemical parameters of soil and water collected from Tanda Dam Kohat. *Journal of pharmaceutical sciences and research*, 7(3), 89.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2023). Atomic Absorption Spectroscopy. *Gaithersburg*, MD: NIST.

- Parubak, A. S., Rombe, Y. P., Surbakti, P. S., Larasati, C. N., Yogaswara, R., Anwar, A., ... & Lidiawati, D. (2023). Identifikasi Logam Berat Pb dan Cd Pada Air Sumur Di Kampung Bugis Wosi Papua Barat. *Jurnal Unsrat*.
- Putra, A. Y., & Mairizki, F. (2020). Analisis Logam Berat pada Air Tanah di Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *Jurnal Katalisator*, 5(1), 47-53.
- Putri, R. A., Haryono, T., & Kuntjoro, S. (2012). Keanekaragaman Bivalvia dan Peranannya sebagai Bioindikator Logam Berat Kromium (Cr) di Perairan Kenjeran, Kecamatan Bulak Kota Surabaya. *Lentera Bio*, 1(2), 87-91.
- Sitompul, K. N., & Mubarak, S. (2023). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pupuk Fe Terhadap Pertumbuhan Tomat 'Red Beefsteak'. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 175-185.
- Safe'i, R., Kaskoyo, H., Darmawan, A., & Indriani, Y. (2020). Kajian kesehatan hutan dalam pengelolaan hutan konservasi. *Ulin Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 70-76.
- Syawal, M. S., Wardiatno, Y., & Hariyadi, S. (2016). Pengaruh Aktivitas Antropogenik Terhadap Kualitas Air, Sedimen dan Moluska di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Tropis*.
- Sumiahadi, Ade. 2023. Akumulasi Logam Berat oleh Tanaman Bahan Pangan dan Potensi Dampak Kesehatan yang Ditimbulkan. *Seminar Nasional UNS*. Vol 7, No. 1
- Sunarsih, E., Faisya, A. F., Windusari, Y., Trisnaini, I., Arista, D., Septiawati, D., ... & Garmini, R. (2018). Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(2), 68-73.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Cadmium. Washington, DC: EPA.
- Wang, L., Tao, Y., Su, B., Wang, L., & Liu, P. (2022). Environmental and health risks posed by heavy metal contamination of groundwater in the Sunan Coal Mine, China. *Toxics*, 10(7), 390.

Widowati, H. (2011). Pengaruh logam berat Cd, Pb terhadap perubahan warna batang dan daun sayuran. *El-Hayah*, 1(4).

Dewantara, Iswan, dkk. 2022. Persepsi Masyarakat Dusun Koping Kecamatan Mandor Terhadap Keberadaan Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Untan Kabupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari*, 10(3), 536-546