

ANALISIS KANDUNGAN Cd (II) DAN Ni (II) PADA AIR SUNGAI DI SUMSEL**Puspita Anggraini**

Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

anggrainii25@gmail.com

Keywords	Abstract
River, Heavy metals, AAS method.	<p>Rivers are surface waters that are still used as a source of raw water for clean water management companies. Rivers also serve as final disposal sites for waste, which can lead to heavy metal pollution that is very dangerous for the environment. Heavy metals are harmful pollutants because they are toxic when present in water. Some heavy metals and toxic compounds commonly found in industrial wastewater are Ni(II) and Cd(II). This study aims to determine the content of Cd(II) and Ni(II) in river water samples using AAS. The research was conducted using the AAS method based on SNI 6989: 2019. Samples were taken quantitatively, underwent wet destruction, and then analyzed for metals using AAS. Observations showed that the Cd(II) metal content in samples A, B, C, D, and E was 0.627 mg/L, 0.333 mg/L, 0.776 mg/L, 0.415 mg/L, and 0.279 mg/L, while the Ni(II) metal content in samples A, B, C, D , and E shows consecutive values of 0.056 mg/L, 0.032 mg/L, 0.078 mg/L, 0.041 mg/L, 0.029 mg/L.</p>
Kata Kunci	Abstrak
Sungai, Logam berat, Metode AAS	Sungai merupakan air permukaan yang hingga saat ini masih digunakan menjadi sumber air baku bagi perusahaan pengelola air bersih. Sungai juga menjadi tempat pembuangan akhir limbah, sehingga dapat menyebabkan pencemaran logam berat yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam perairan. Beberapa logam berat serta senyawa beracun yang banyak dijumpai di dalam air limbah industri adalah Ni(II) dan Cd(II). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan Cd(II) dan Ni(II) pada sampel air sungai menggunakan AAS. Penelitian dilakukan menggunakan metode AAS dengan acuan SNI 6989 : 2019. Sampel diambil secara kuantitatif, dilakukan destruksi basah, lalu dianalisis logam – logamnya menggunakan AAS. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan logam Cd(II) pada sampel A, B, C, D,dan E yaitu 0,627 mg/L, 0,333 mg/L, 0,776 mg/L, 0,415 mg/L, 0,279 mg/L, sedangkan kandungan logam Ni(II) pada sampel A, B, C, D, dan E menunjukkan nilai berturut – turut 0, 056 mg/L, 0, 032 mg/L, 0, 078 mg/L, 0,041 mg/L, 0, 029 mg/L.

Corresponding Author: Puspita Anggraini
E-mail: anggrainii25@gmail.com**PENDAHULUAN**

Sungai merupakan air permukaan yang hingga saat ini masih digunakan menjadi sumber air baku bagi perusahaan pengelola air bersih. Tetapi disisi lain sungai juga menjadi tempat pembuangan akhir limbah, baik itu limbah domestik seperti air bekas cucian di rumah, air buangan kotoran manusia, air buangan dari pertanian atau peternakan, dan juga digunakan sebagai tempat pembuangan akhir limbah yang dihasilkan oleh industri yang terletak di sekitar sungai. Di antara berbagai jenis limbah tersebut, limbah industri menjadi sorotan utama karena berpotensi mengandung logam berat yang bersifat toksik dan berbahaya bagi ekosistem perairan serta kesehatan manusia. Pembuangan akhir yang dihasilkan oleh industri dapat menyebabkan pencemaran logam berat yang sangat berbahaya bagi lingkungan (Irhamni et al., 2024).

Banyak laporan menunjukkan bahwa pencemaran air, khususnya oleh logam berat, telah memberikan dampak serius terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat (Pratama & Hidayatullah, 2023). Tidak hanya membahayakan saat air tercemar digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, tetapi juga saat masyarakat mengonsumsi biota air tawar yang hidup di perairan tersebut. Hasil penelitian global menunjukkan bahwa lebih dari 14.000 orang meninggal dunia setiap hari akibat penyakit yang ditimbulkan oleh pencemaran air (Azizah & Maslahat, 2021). Temuan ini memperkuat kekhawatiran akan dampak jangka panjang dari pencemaran sungai yang tidak terkendali.

Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam jumlah besar dan memengaruhi berbagai aspek dalam perairan, baik secara biologi maupun ekologi (Setiawan, 2015). Indikator pencemaran di lingkungan perairan adalah kandungan logam berat yang terakumulasi di dalam air dan sedimen perairan tersebut. Keberadaan logam berat di perairan dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri. Beberapa logam berat serta senyawa beracun yang banyak dijumpai di dalam air limbah industri adalah Ni(II) dan Cd (II).

Dalam konteks pencemaran perairan, logam berat umumnya terakumulasi di dalam dua media utama, yaitu air dan sedimen. Sedimen memiliki kapasitas yang cukup besar untuk mengikat logam berat, sehingga dapat menjadi reservoir atau penyimpan logam berat dalam jangka panjang (Maslan, 2022). Ketika kondisi lingkungan berubah, seperti perubahan pH atau suhu, logam berat yang terikat di sedimen dapat terlepas kembali ke kolom air dan meningkatkan risiko toksisitas bagi organisme akuatik. Oleh karena itu, pengukuran kandungan logam berat tidak hanya dilakukan pada air tetapi juga perlu mencakup sedimen sebagai bagian penting dari analisis kualitas perairan.

Sumber pencemaran logam berat sangat beragam, mulai dari kegiatan industri, pertambangan, pertanian, hingga rumah tangga. Aktivitas pertambangan, misalnya, dapat menghasilkan tailing atau limbah tambang yang mengandung logam berat seperti merkuri (Hg), arsen (As), dan timbal (Pb). Kegiatan pertanian menyumbangkan logam berat melalui residu pestisida, herbisida, dan pupuk anorganik yang mengandung unsur seperti kadmium (Cd) dan seng (Zn) (Handayanto et al., 2017). Sementara itu, rumah tangga menyumbang limbah cair yang mengandung logam berat dari produk pembersih, kosmetik, dan limbah elektronik.

Di antara berbagai logam berat yang sering ditemukan dalam air limbah industri, nikel (Ni) dan kadmium (Cd) merupakan dua unsur yang memiliki tingkat toksisitas tinggi dan sering kali menjadi indikator utama dalam kajian pencemaran (Harahap et al., 2022). Ni(II) biasanya berasal dari industri pelapisan logam, pengolahan baja tahan karat, dan manufaktur baterai, sedangkan Cd(II) banyak dijumpai pada limbah industri plastik, cat, tekstil, serta pupuk fosfat. Kedua unsur ini memiliki kemampuan untuk terakumulasi dalam jaringan organisme hidup, dan dapat menyebabkan kerusakan ginjal, gangguan sistem pernapasan, serta gangguan pertumbuhan pada manusia dan hewan air jika berada di atas ambang batas yang ditentukan.

Dengan mempertimbangkan kompleksitas dan bahaya yang ditimbulkan oleh logam berat, maka pemantauan dan pengelolaan kualitas air perlu menjadi prioritas dalam kebijakan lingkungan (Kemhay et al., 2021). Penggunaan metode analisis yang akurat dan sistem pemantauan yang berkelanjutan menjadi krusial untuk mendeteksi perubahan konsentrasi logam berat sejak dulu, sehingga dapat dilakukan upaya mitigasi secara tepat waktu untuk melindungi kelestarian sumber daya air dan kesehatan masyarakat.

Kendati sejumlah penelitian telah menyoroti bahaya logam berat di perairan, masih terdapat gap dalam pemetaan sebaran logam berat di sungai-sungai Indonesia secara spesifik, serta kurangnya integrasi antara hasil penelitian dengan kebijakan pengelolaan sungai yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat di perairan sungai tertentu, sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam upaya mitigasi pencemaran serta perumusan kebijakan pengelolaan lingkungan yang lebih efektif (Atikah, 2019).

Pertanyaan mendasar yang menjadi fokus dalam kajian ini berkaitan dengan tingkat dan dampak pencemaran logam berat yang terjadi di perairan sungai akibat aktivitas industri di sekitar kawasan aliran sungai. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk menggali sejauh mana kandungan logam berat seperti nikel (Ni) dan kadmium (Cd) terakumulasi dalam air dan sedimen sungai, serta bagaimana keberadaan logam tersebut memengaruhi kondisi ekologis perairan dan kesehatan masyarakat yang bergantung pada sungai tersebut, baik secara langsung melalui konsumsi air maupun secara tidak langsung melalui rantai makanan (Birawida et al., 2019). Studi ini diharapkan

tidak hanya memberikan gambaran empiris mengenai tingkat pencemaran logam berat, tetapi juga mengungkap urgensi pengendalian limbah industri secara lebih sistematis. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengambilan kebijakan strategis dalam pengelolaan kualitas air sungai, khususnya dalam mendorong sinergi antara perlindungan lingkungan dan kebijakan kesehatan masyarakat yang adaptif terhadap tantangan pencemaran perairan di masa kini dan mendatang.

METODE PENELITIAN

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam analisis kandungan Cd(II) dan Ni(II) dalam air yaitu :

Alat

Alat yang digunakan yaitu :

1. Spektrofotometer Atom (SSA) – nyala dilengkapi dengan burner sesuai dengan gas oksidan yang digunakan, Lampu katoda berongga (Hollow Cathode Lamp, HCL) Cd, dan Ni
2. Preparasi sampel : Gelas piala 250 ml dan 1000 ml, Pipet Volumetrik, 25 ml, dan 100 ml, Labu ukur 50 ml, 100 ml, Corong Gelas, Kaca Arloji, Pemanas Listrik, Labu semprot

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu: Bahan yang digunakan yaitu : air bebas mineral, asam nitrat (HNO_3) pekat p.a, larutan induk logam kadmium (Cd) 1000mg/l, larutan induk logam nikel (Ni) 1000 mg/l, , larutan pengencer HNO_3 , media penyaring dengan ukuran pori 0,45 m, dan udara tekan.

Prosedur kerja

Standar ini menetapkan metode untuk penentuan kadar logam total dan logam terlarut sesuai dalam tabel 1 dalam contoh uji.

Tabel 1. Kisaran kadar optimum dan panjang gelombang berdasarkan parameter logam yang dianalisis

NO	Parameter	Instrument Detection Sampel (mg/l)	Kisaran Kadar Optimum (mg/l)	Panjang Gelombang (nm)
1	Kadmium (Cd)	0,002	0,05 – 2	228, 8
2	Nikel (Ni)	0,02	0,3 – 10	232,0

Siapkan contoh uji untuk pengujian logam total dan ekstrak TCLP, dengan tahapan sebagai berikut :

1. homogenkan contoh uji, ambil secara kuantitatif 100 ml contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 250 ml .
2. tambahkan 5 ml HNO_3 pekat, tutup dengan kaca arloji
3. panaskan perlahan – lahan sampai volumenya berkisar 10 ml – 20 ml.
4. Bilas kaca arloji atau corong dengan air bebas mineral dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
5. Pindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 100 ml (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera kemudian dihomogenkan.
6. contoh uji siap diukur serapannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Adapun hasil analisis studi kasus kadar logam Cd(II) dan logam Ni(II) pada sampel air sungai dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Logam yang dapat pada sampel

No.	Kode Sampel	Kadar Cd (II) (mg/L)	Kadar Ni (II) (mg/L)	Kadar baku mutu Cd (II)(mg/L)	Kadar baku mutu Ni (II)(mg/L)
1	A	0, 627	0, 056		
2	B	0, 333	0, 032		
3	C	0, 776	0, 078	0,01	0,1
4	D	0, 415	0, 041		
5	E	0, 279	0, 029		
Rata - rata		0,486	0,0472	-	-

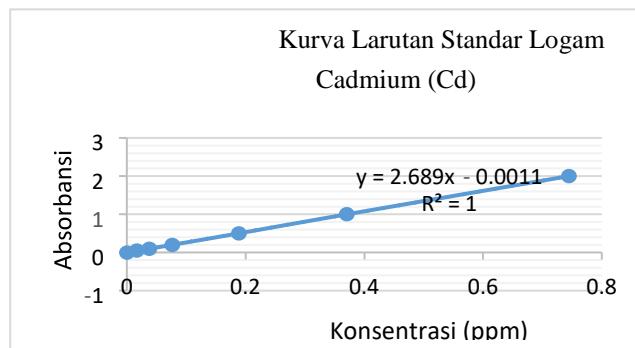
Pembahasan

Analisa kandungan kadar logam bertujuan untuk mengetahui apakah kandungan logam pada sampel air limbah telah memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh standar mutu kualitas air. Metode yang digunakan yaitu spekrofotometri serapan atom (SSA) – nyala. AAS adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur kadar logam yang terdapat pada sampel. Prinsip kerja dari AAS yaitu adanya atom-atom yang tereksitasi dalam keadaan dasar dan mengabsorbsi radiasi dari sumber cahaya dengan panjang gelombang tertentu (KUSUMA, 2023). Pada penelitian ini kandungan logam yang dianalisis yaitu Cd(II) dan Ni(II). Cd(II) mempunyai efek buruk terhadap lingkungan dan manusia, dan keberadaan logam Ni(II) di perairan dengan kisaran yang tinggi dapat menimbulkan terjadinya proses akumulasi di dalam tubuh a dapat mengakibatkan kanker payudara, gangguan pernafasan, gagal ginjal serta kematian.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel air sungai. Sumber atau penyebab pencemaran juga disebabkan oleh limbah pertanian, limbah industri, dan di beberapa tempat tertentu diakibatkan oleh limbah pertambangan. Kemudian di lakukan preparasi sampel, berfungsi untuk meminimalkan adanya pengotor yang akan mengganggu proses analisis dengan mengeliminasi komponen- komponen selain analit. Kemudian sampel yang telah di preparasi di lakukan metode destruksi, berfungsi untuk melarutkan atau mengubah sampel menjadi bentuk materi yang dapat diukur sehingga kandungan unsurunsur didalamnya dapat dianalisis. Destruksi memiliki dua jenis yaitu destruksi basah dan destruksi kering. Destruksi basah adalah perombakan sampel dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah antara lain asam nitrat, asam sulfat, asam perklorat, dan asam klorida (Sugrani et al., 2023). Destruksi kering merupakan perombakan organik logam di dalam sampel menjadi logam-logam anorganik. Pada penelitian ini destruksi yang digunakan yaitu destruksi basah dengan menggunakan HNO_3 . Digunakan HNO_3 pada destruksi basah karena HNO_3 merupakan pelarut logam yang paling baik. setelah itu sampel yang telah di destruksi kemudian dianalisis logam – logam nya menggunakan AAS metode kurva kalibrasi. Tahap pertama dimana dibuat larutan pencuci yang berfungsi untuk mensterilisasi alat - alat. Kemudian dibuat larutan pengencer yang berfungsi untuk membuat larutan baku yang akan menghasilkan serapan berupa kurva grafik untuk pembuatan kurva kalibrasi (Pristiwi, 2025).

Pada studi kasus ini Cd(II) kurva kalibrasi dibuat pada range kadar Cd 0,05 mg/L sampai 2 mg/L dengan panjang gelombang 228,8 nm. Berdasarkan hasil pada tabel kandungan logam. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan hidup, standar baku mutu kandungan Cd(II) adalah 0,01 mg/L. Dengan demikian hasil logam Cd yang di dapat berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0,486 mg/L. Kandungan logam yang telah diperoleh sebesar 0, 486 mg/L Pada sampel air sungai dapat

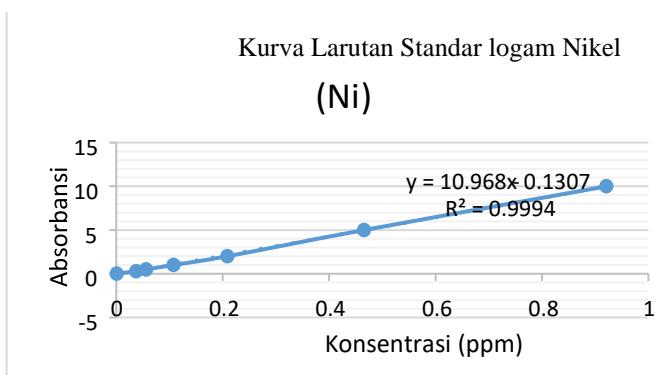
menimbulkan resiko signifikan bagi kesehatan dan lingkungan. Adanya kadar Cd(II) yang berlebihan ini dapat dipengaruhi oleh adanya aktivitas industri seperti pembuangan limbah industri dan aktivitas penambangan logam berat, aliran permukaan dari lahan pertanian, erosi tanah, serta kurangnya pengolahan limbah (Nurhasmiati, 2023). Untuk mengurangi kadar Cd (II) yang berlebihan ini dapat diatasi dengan cara dilakukannya pengolahan limbah industri, perlu adanya IPAL yang berfungsi efektif di era pembuangan limbah, rehabilitasi sungai seperti melakukan pemantauan secara rutin. Dan jika setelah dilakukan pengolahan tersebut tetapi kadar Cd (II) masih tinggi hal tersebut dapat terjadi karena adanya efisiensi pengolahan yang tidak maksimal, aliran air yang terus berubah, kontaminasi dari tanah dan sedimen, serta adanya kesalahan dalam pemantauan analisis. Grafik kurva kalibrasi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva larutan standar logam Cd(II)

Secara umum slope (kemiringan) adalah koefisien regresi untuk variabel x (variabel bebas) dan intercept (konstanta) adalah nilai rata – rata dari variabel y jika variabel x bernilai 0. Persamaan dari kurva kalibrasi larutan standar Cd(II) gambar 5 menunjukkan persamaan linier larutan standar cadmium yaitu $y = 2,6891 x - 0,0011$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 1$. Nilai intercept yang di dapat lebih besar dari nilai slope, maka pada persamaan tersebut menunjukkan tidak adanya faktor pengganggu yang besar terhadap analit tersebut. Nilai koefisien dari korelasi larutan standar Cd(II) yang diperoleh menunjukkan bahwa respon yang diberikan oleh alat terhadap konsentrasi analit telah memberikan syarat sehingga persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel karena terdapat hubungan yang linier terhadap konsentrasi dengan absorbansi (Uljanati & Hakim, 2024).

Pada studi kasus ini Ni(II) kurva kalibrasi dibuat pada range kadar Ni 0,3 - 10 mg/L dengan panjang gelombang 232,0 nm. Berdasarkan hasil pada tabel kandungan logam Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan hidup, standar baku mutu kandungan logam Ni (II) adalah 0,1 mg/L. Dengan demikian hasil logam Ni (II) yang di dapat berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0,0472 mg/L. Kandungan logam yang telah diperoleh sebesar 0,0472 mg/L dianggap aman dan tidak menimbulkan resiko signifikan bagi kesehatan dan lingkungan. Grafik kurva kalibrasi dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. Kurva larutan standar logam Ni (II)

Persamaan dari kurva kalibrasi larutan standar Ni(II) gambar 6 menunjukkan persamaan linier larutan standar nikel yaitu $y = 10,968x - 0,1307$ dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,9994$. Nilai intersept yang di dapat lebih besar dari nilai slope, maka pada persamaan tersebut menunjukkan tidak adanya faktor pengganggu yang besar terhadap analit tersebut. Nilai koefisien dari korelasi larutan standar cadmium yang diperoleh menunjukkan bahwa respon yang diberikan oleh alat terhadap konsentrasi analit telah memberikan syarat sehingga persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel karena terdapat hubungan yang linier terhadap konsentrasi dengan absorbasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis uji kandungan logam berat menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) di laboratorium DLHP, dapat disimpulkan bahwa instrumen tersebut menunjukkan kinerja yang efektif dan reliabel dengan nilai koefisien determinasi (R^2) $\geq 0,995$. Hasil pengukuran terhadap lima sampel air sungai (A, B, C, D, dan E) menunjukkan bahwa kandungan logam Cd(II) berkisar antara 0,279 mg/L hingga 0,776 mg/L, yang secara keseluruhan melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Limbah. Sementara itu, kandungan logam Ni(II) pada kelima sampel masih berada di bawah ambang batas yang diperkenankan menurut regulasi yang sama, dengan kisaran nilai 0,029 mg/L hingga 0,078 mg/L.

Temuan ini menunjukkan bahwa pencemaran logam berat, khususnya Cd(II), di perairan sungai yang diteliti telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan dan berpotensi menimbulkan dampak ekologis serta risiko kesehatan bagi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah strategis dalam pengendalian limbah industri, peningkatan sistem pengawasan kualitas air sungai, serta penguatan regulasi dan penegakan hukum terhadap pelaku pencemaran.

Untuk tindak lanjut, disarankan agar dilakukan pemantauan secara berkala terhadap kandungan logam berat di perairan sungai dengan cakupan wilayah yang lebih luas, serta studi lanjutan mengenai akumulasi logam berat dalam biota air dan potensi bioakumulasi dalam rantai makanan. Penelitian ini juga dapat menjadi pijakan awal bagi penyusunan kebijakan pengelolaan kualitas air yang lebih berorientasi pada prinsip pencegahan dan keberlanjutan lingkungan.

BIBLIOGRAFI

- Atikah, N. (2019). *Peran Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kampar Dalam Pengendalian Pencemaran Sungai Akibat Limbah Industri Di Kecamatan Tapung*. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU.
- Azizah, M., & Maslahat, M. (2021). Kandungan logam berat timbal (Pb), cadmium (Cd), dan merkuri (Hg) di dalam tubuh ikan wader (*Barbodes binotatus*) dan air Sungai Cikaniki, Kabupaten Bogor. *Limnotek: Perairan Darat Tropis Di Indonesia*, 28(2).
- Birawida, D., Kel, S., & Kes, M. (2019). Laut Dan Kesehatan Perspektif Kesehatan Lingkungan. *Pusat Kajian Media. Makassar*.
- Handayanto, E., Nuraini, Y., Muddarisna, N., Syam, N., & Fiqri, A. (2017). *Fitoremediasi dan phytomining logam berat pencemar tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Harahap, A. A. F., Khairunnisa, K., & Novalia, V. (2022). Analisis Unsur Logam Berat Cadmium pada Kerang Darah di Pasar Tradisional Kota Lhokseumawe. *Glosains: Jurnal Sains Global Indonesia*, 3(2), 79–86.
- Irhamni, I., Pandia, I. S., Purba, I. E., & Hasan, W. (2024). *Peranan Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Pada Lindi Tempat Pembuangan Akhir*.
- Kemhay, R., Muhammad, A. H., & Hamid, M. (2021). Sistem Informasi Pengisian Buku Tamu Pada Kantor Imigrasi Kelas I TPI Ternate. *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, 4(1), 23–27.
- KUSUMA, A. (2023). ANALISIS KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA IKAN MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA) DAN INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES). STIKES BHAKTI HUSADA MULIA MADIUN.
- Maslan, M. (2022). *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pengakumulasi Logam Berat sebagai Agen Bioremediasi dari Pesisir Kawasan Industri di Desa Fatufia, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Nurhasmiati, N. (2023). *PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DISTRIBUSI DAN KONSENTRASI LOGAM Pb, Cd DAN Hg DI SEDIMENT SUNGAI MALILI KABUPATEN LUWU TIMUR= THE EFFECT LAND USE ON DISTRIBUTION AND CONCENTRATION OF Pb, Cd and Hg METALS IN SEDIMENTS MALILI RIVER, EAST LUWU DISTRICT*. Universitas Hasanuddin.
- Pratama, I. N., & Hidayatullah, H. (2023). Strategi Dan Kebijakan Pemerintah Dalam Mengatasi Masalah Pencemaran Air Tanah. *Journal of Environmental Policy and Technology*, 1(2), 105–112.
- Pristiwi, L. O. (2025). Analisis Kadar Logam Seng (Zn) Pada Tanah Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Jurnal Literasi Indonesia*, 2(4), 14–20.
- Setiawan, H. (2015). Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1), 12–24.
- Sugrani, A., Malik, M. R., Fitriana, F., & Taufiq, N. (2023). Analisis Logam Berat pada Air Waduk Tunggu Pampang. *Jurnal Sehat Mandiri*, 18(1), 105–112.
- Uljanati, K., & Hakim, A. R. (2024). POTENSI FILTRAT KULIT NANAS (*Ananas comosus*) TERHADAP PENURUNAN KADAR TIMBAL (Pb) PADA IKAN PATIN (*Pangasius sp.*) DI PELABUHAN BANJAR RAYA. *Jurnal Kesehatan*, 12(2), 124–135.