



Analisis Kandungan Logam Berat Pada Sedimen Dasar Sepanjang Daerah Aliran Sungai (Das) Puuwiau Kecamatan Tinanggea, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara

Nur Ain Rumbia¹, Irawati², Erzam S. Hasan³, Pou Anda⁴, Jahidin⁵, Syamsul Razak Haraty⁶

Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

E-mail:

nurainrumbia02@gmail.com¹irawatigeofisika@uho.ac.id²Erzam@uho.ac.id³Pou_anda@gmail.com⁴Jahidin_geo_fisika@uho.ac.id⁵Syamsul.r.haraty@uho.ac.id⁶

Abstrak

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur logam berat pada sedimen dasar sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Puuwiau dengan menggunakan metode suseptibilitas magnetik berupa alat *Bartington* MS2. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari 10 stasiun berbeda di sepanjang (DAS) Puuwiau. Tujuan dalam penelitian ini untuk dapat mengetahui kandungan unsure logam berat yang terdapat pada sedimen di sepanjang (DAS) Puuwiau sebagai indikator pencemaran. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dan uji *X-Ray Fluorescence* (XRF). Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam pengukuran, diperoleh nilai suseptibilitas magnetik berkisar $3,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg s/d}$ $26,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dengan sebaran mineral magnetik yang dominan adalah mineral Pirit (FeS_2). Dari data hasil pengukuran uji *X-Ray Fluorescence* (XRF) diketahui bahwa konsentrasi logam berat yang tertinggi adalah logam berat Nikel (Ni), Besi (Fe), Baja (Co), dan Tembaga (Cu) yang telah melewati ambang batas unsure logam berat pada sedimen. Tingkat pencemaran logam berat pada sedimen berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik termasuk dalam tingkat I kategori polusi tercemar rendah. Kualitas sedimen di sepanjang DAS Puuwiau berdasarkan perhitungan faktor kontaminasi untuk unsure logam berat Ni, Fe, Co, Cu, dan Zn termasuk dalam kategori tingkat kontaminasi rendah (logam berat Cu dan Zn) sampai tingkat kontaminasi sangat tinggi (logam berat Co). Pada perhitungan indeks geoakumulasi untuk unsure logam berat Ni, Fe, Cu, dan Zn termasuk dalam kategori tidak tercemar, namun untuk logam berat Co termasuk dalam kategori tercemar cukup parah. Pada perhitungan indeks beban pencemaran untuk unsure logam Ni, Fe, Co, Cu, dan Zn pada stasiun 1 sampai 9 termasuk dalam kategori tercemar ringan, akan tetapi pada stasiun 10 berdasarkan perhitungan indeks beban pencemaran termasuk dalam kategori tercemar luar biasa parah.

Kata Kunci: Suseptibilitas Magnetik, XRF, Logam Berat, CF, PLI, Igeo

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang semakin modern serta pembangunan telah meningkatkan kualitas hidup manusia. Di sisi lain sangat berpengaruh buruk terhadap kondisi alami perairan melalui peningkatan senyawa baik segi kualitas maupun kuantitasnya. Sungai adalah saluran alamiah di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tertinggi ke daerah yang lebih rendah yang akhirnya bermuara di danau atau di laut (Mokonio, 2013). Sedimen secara umum merupakan tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan air. Proses terjadinya sedimentasi yaitu pengendapan sedimen hasil erosi yang terbawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatannya melambat (Ansar dkk, 2014). Logam berat adalah bahan pencemar yang tidak dapat didegradasi atau dihancurkan sehingga akan terakumulasi di alam dan di dalam tubuh organisme, logam berat merupakan logam toksik yang berbahaya bila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batasnya. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan proses bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan (Hananingtyas, 2017).

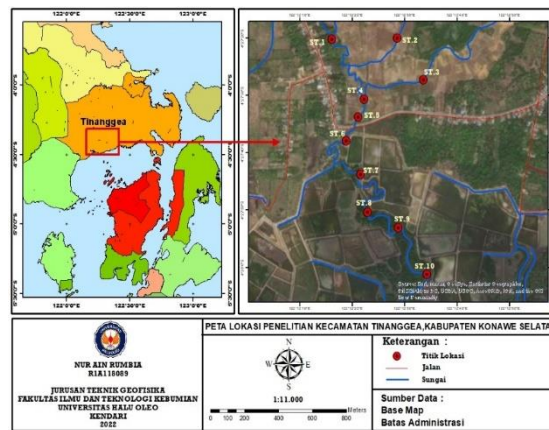
Kabupaten Konawe Selatan merupakan salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Sulawesi Tenggara dan memiliki sumberdaya mineral berupa Nikel. Pertambangan Nikel merupakan salah satu sektor terbesar yang memberikan kontribusi bagi pemerintah untuk pembangunan yang saat ini sedang direalisasikan, khususnya di kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Namun, selain memberikan kontribusi bagi pemerintah, pertambangan juga akan menimbulkan dampak positif maupun dampak negatif. Sebagai contoh dampak yang ditimbulkan dari aktivitas penambangan adalah perubahan rona lingkungan (bentang fisik dan kimia), pencemaran tanah, air maupun udara.

Kegiatan penambangan Nikel menyebabkan kontaminasi logam berat di perairan sungai dan pantai, dan pada kadar yang tinggi dapat menimbulkan pencemaran, yang akan menimbulkan dampak negatif terhadap biota perairan. Dalam penelitian ini parameter pencemaran logam berat yang akan dianalisis adalah Nikel (Ni), Besi (Fe), Baja (Co), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) yang kesemua unsur logam berat tersebut berbahaya bagi manusia apabila terakumulasi dalam jumlah yang besar dalam tubuh manusia (Effendi, 2003).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam berat adalah metode suseptibilitas magnetik yang telah banyak diterapkan pada beberapa penelitian - penelitian sebelumnya. Penelitian tersebut memberikan informasi tentang penggunaan suseptibilitas magnetik sebagai petunjuk adanya logam berat. Alat yang digunakan untuk mengkonfirmasi konsentrasi logam berat yang terdapat dalam sedimen menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) (Afdal dan Yulis, 2012).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 17 Juni 2022 di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Puuwiau Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan yang terletak pada koordinat 04°28'30" LS dan 122°13'30" BT. Lokasi pengambilan sampel sebanyak 10 stasiun di sepanjang daerah aliran Sungai Puuwiau (**Gambar 1**). Selanjutnya preparasi sampel dan pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan di Laboratorium Teknik Geofisika dan Teknik Pertambangan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan (FITK), Universitas Halu Oleo, Kota Kendari.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data pengukuran suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{lf}), frekuensi tinggi (χ_{hf}), suseptibilitas frekuensi Dependpt (χ_{fd}) akan diplot terhadap kedalaman ± 40 cm dan menggunakan aplikasi Microsoft office excel. Hasil plot tersebut akan dianalisis dan kemudian digunakan untuk menganalisis hubungan suseptibilitas magnetik dengan kehadiran unsur-unsur logam berat yang telah diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan XRF (X-Ray Fluorescence). Penentuan kualitas sedimen berdasarkan hasil perhitungan factor kontaminasi, indeks beban pencemaran, dan indeks geoakumulasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik

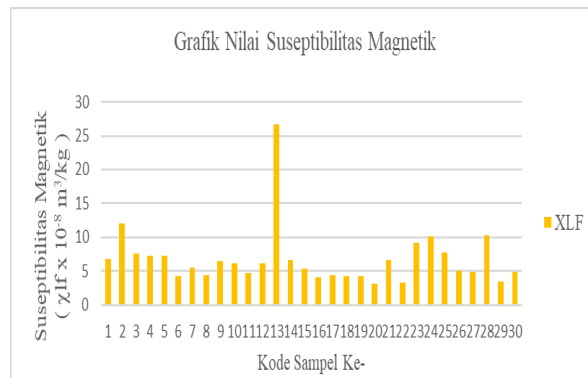
Pengukuran yang dilakukan berupa survei geofisika menggunakan metode suseptibilitas magnetik untuk mengetahui kandungan unsur logam berat pada sedimen dasar sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Puuwiau. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari 10 stasiun berbeda di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Puuwiau. Adapun Posisi Geografis, jumlah sampel dan hasil pengukuran suseptibilitas magnetik dapat dilihat pada Tabel.1. Seperti yang terlihat pada Tabel.1 nilai suseptibilitas magnetik (χ_{LF}) memperlihatkan nilai-nilai suseptibilitas magnetik yang berbeda pada setiap stasiun.

Tabel 1. Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik

Stasiun	Koordinat	Jumlah Sampel	Rentang nilai-nilai Suseptibilitas Magnetik			Lokasi Penelitian
			χ_{LF} (10^{-8} m^3/kg)	χ_{HF} (10^{-8} m^3/kg)	χ_{FD} (%)	
1	S: 4°45'55.95" E: 122°20'44.82"	3	6,8-12,1	6,6-12	0,83-2,94	Daerah Persawahan
2	S: 4°45'55.61" E: 122°20'79.45"	3	4,3-7,2	4,2-7	2,33-13,7	Daerah Persawahan
3	S: 4°45'75.71" E: 122°20'93.23"	3	4,4-6,5	4,3-6	2,27-9,09	Daerah Persawahan
4	S: 4°45'85.08" E: 122°20'61.95"	3	4,7-6,2	4,6-6,1	1,61-3,23	Pemukiman warga
5	S: 4°45'93.64" E: 122°20'58.88"	3	5,3-26,7	5,2-24,5	1,89-8,24	Pemukiman warga
6	S: 4°46'05.25" E: 122°20'52.52"	3	4-4,4	4-4,1	2,38-4,55	Pemukiman warga
7	S: 4°46'07.33" E: 122°20'45.70"	3	3,2-6,7	3-6,5	2,38-6,25	Pemukiman warga
8	S: 4°46'20.73" E: 122°20'55.51"	3	3,3-10,2	3,1-10	1,1-6,06	Daerah Tambak dan Mangrove
9	S: 4°46'32.97" E: 122°20'62.34"	3	4,8-7,8	4,7-7,6	1,96-2,56	Daerah Tambak dan Mangrove
10	S: 4°46'48.47" E: 122°20'82.14"	3	3,5-10,3	3,4-10	2,04-2,91	Daerah Tambak dan Mangrove

Perbedaan nilai suseptibilitas magnetik tersebut diduga berkaitan dengan perbedaan kandungan mineral magnetik pada setiap sampel (Yuliana, 2020). Perbedaan nilai suseptibilitas magnetik pada

sampel sedimen juga dapat dipengaruhi oleh adanya kegiatan penambangan Nikel yang cenderung mempengaruhi mineral magnetik yang terkandung di dalam sampel. Berdasarkan Tabel 1 diatas terlihat bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada sampel sedimen dasar di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Puuwiau berkisar $3,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ s/d $26,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Rendahnya nilai suseptibilitas magnetik yang didapatkan diduga karena adanya tanaman mangrove yang tumbuh di sekitaran sungai dimana tumbuhan mangrove yang dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat melalui proses fisiologis dan biokimia, curah hujan ketika pengambilan sampel dilapangan dan dipengaruhi pasang surut air laut, dimana ketika air laut mengalami pasang dapat membawa material sedimen sampai ke hulu sungai dan ketika air laut mengalami surut diikuti oleh aliran air sungai dapat membawa material sedimen yang telah diendapkan di sepanjang (DAS) Puuwiau kembali sampai ke laut.



Gambar 2. Grafik Nilai Suseptibilitas Magnetik

Pada Gambar 2 diatas dapat dilihat pola sebaran nilai suseptibilitas magnetik dalam sedimen dasar adalah pada bagian hulu sungai memiliki nilai suseptibilitas magnetik relatif tinggi dan semakin ke hilir sungai nilai suseptibilitas magnetik semakin menurun. Hal ini diduga karena sebagian besar mineral telah mengendap terlebih dahulu dan melarut ke bagian hilir hanya sebagian kecil saja. Nilai suseptibilitas magnetik tertinggi berada pada kode sampel ke-13 yang terletak di stasiun 5 dengan nilai $26,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, hal ini diduga karena adanya aktivitas masyarakat dan aktivitas penambangan nikel yang terdapat di wilayah tersebut. Sedangkan nilai suseptibilitas yang terendah berada pada kode sampel ke-20 yang terletak di stasiun 7 dengan nilai $3,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$, hal ini diduga karena adanya tanaman mangrove yang tumbuh di sekitaran sungai.

Perbedaan variasi nilai suseptibilitas magnetik tersebut diduga berkaitan dengan konsentrasi unsur-unsur logam yang terkandung dalam setiap sampel, tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran dapat diketahui bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada sampel sedimen di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) Puuwiau cenderung bervariasi. Peningkatan nilai suseptibilitas magnetik cukup tinggi ke lokasi penambangan nikel yang berada pada stasiun satu sampai stasiun enam yang aliran sungainya melewati daerah penambangan nikel, persawahan dan pemukiman warga. Namun nilai suseptibilitas magnetik cenderung menurun pada daerah sekitar Muara Sungai atau stasiun 7 sampai stasiun 10 yang ditumbuhi tanaman mangrove, curah hujan yang terus menerus ketika pengambilan sampel dilapangan dan adanya pengaruh pasang-surut air laut. Hal ini diduga unsur-unsur yang terkandung pada nilai suseptibilitas magnetik tersebut berasosiasi dengan unsur lain sehingga membentuk mineral yang mengakibatkan nilai suseptibilitas magnetiknya rendah. Serta hal tersebut juga dipengaruhi oleh faktor oseanografi yang mengalami transformasi sedimen ke laut.

3.2 Kandungan Unsur Logam Berat pada Sampel Sedimen DAS Puuwiau

Uji XRF dilakukan terhadap sepuluh sampel dari nilai suseptibilitas magnetik pada 10 stasiun di sepanjang DAS Puuwiau untuk mengetahui kandungan unsur logam berat pada setiap sampel sedimen.

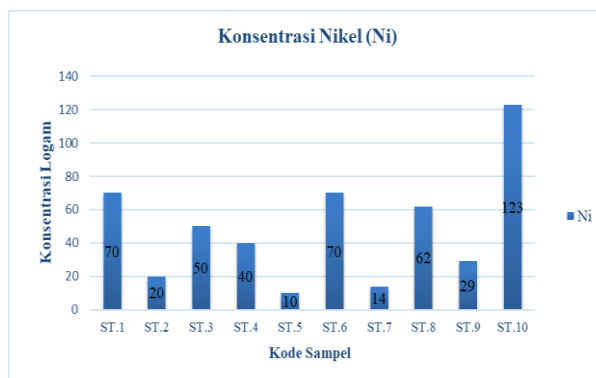
Pengukuran yang dilakukan menggunakan alat *ED-XRF Press Pellet Method* menunjukkan keterdapatn logam berat pada setiap sampel sedimen, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran *X-Ray Fluorescence* Unsur Logam Berat

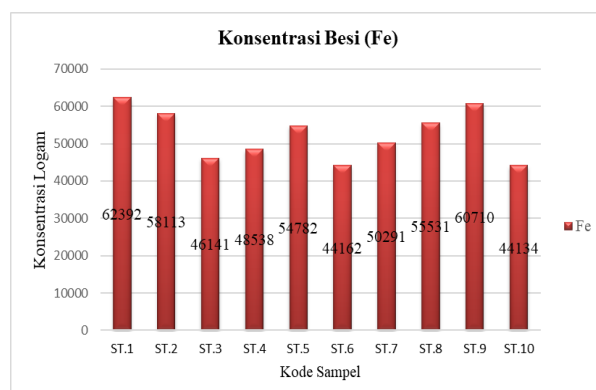
Kode Sampel	χ_{LF} ($10^{-8} m^3/kg$)	Konsentrasi Logam Berat (ppm)				
		Ni	Fe	Co	Cu	Zn
ST.1	12,1	70	62392	100	20	100
ST.2	7,3	20	58113	130	20	70
ST.3	6,5	50	46141	180	20	60
ST.4	6,2	40	48538	170	20	60
ST.5	26,7	10	54782	150	20	80
ST.6	4,4	70	44162	190	10	60
ST.7	6,7	14	50291	170	20	60
ST.8	10,2	62	55531	150	20	70
ST.9	7,8	29	60710	130	10	80
ST.10	10,3	123	44134	160	460	110
Nilai Minimum		10	44134	100	10	60
Nilai Maksimum		123	62392	190	460	110
Ambang Batas		21 ^(a)	20 ^(b)	50,57 ^(b)	108 ^(d)	271 ^(d)

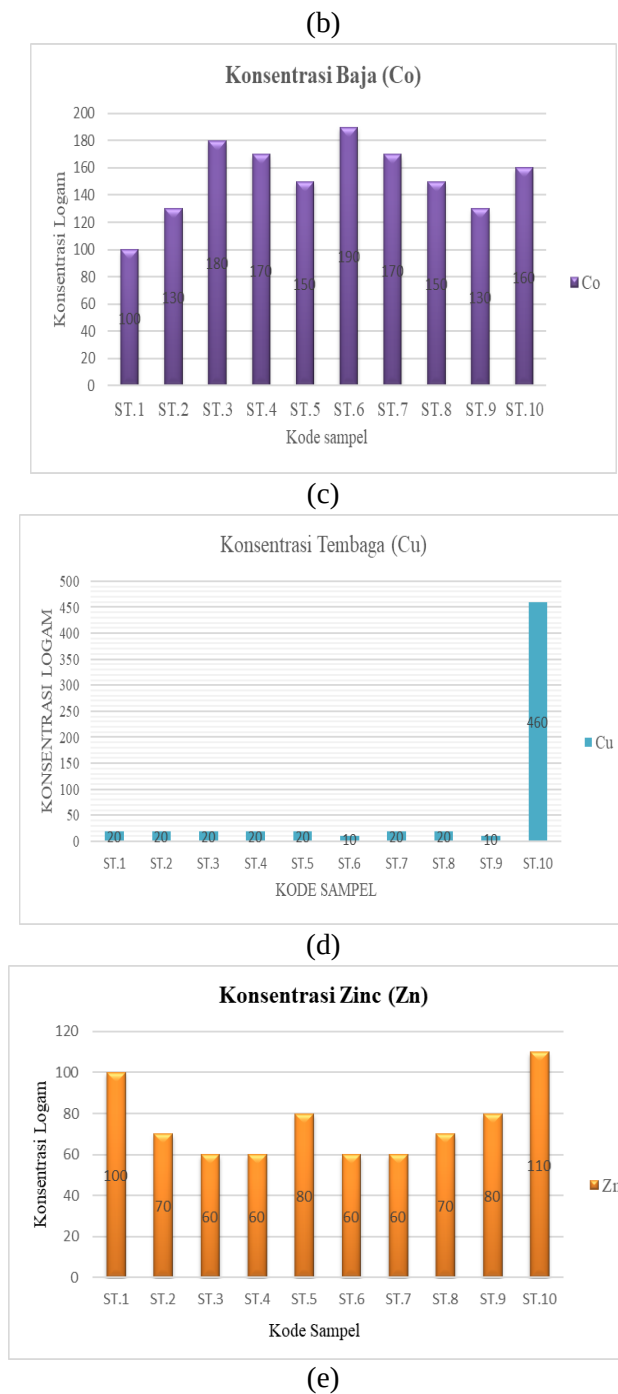
Keterangan: (a) ANZECC *Interm Sediment Quality Guidelines (ISQG) (2000)* (b) *National Sediment Quality Survey US EPA (2004)* (c) *Sediment Quality Guideline Values for Metals and Associated Levels of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality (2003)* (d) KMNLIH (2010)

Toksitas logam berat pada organisme akuatik juga mengancam kesehatan manusia. Bahan-bahan yang mengandung logam berat dimakan oleh mikroorganisme perairan dan secara kimiawi berubah menjadi senyawa yang sangat berbahaya. Mikroorganisme dimakan ikan sehingga logam berat tersebut terakumulasi dalam jaringan tubuh ikan. Ikan kecil menjadi rantai makanan ikan besar dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia (Turkmen et al., 2005; Zeitoun dan Mehana, 2014; Alipour et al., 2015; Rose et al., 2015).



(a)





Gambar 3. Kandungan Unsur Logam Berat Pada Tiap Sampel Sedimen DAS Puuwiau

Secara umum distribusi nilai logam berat pada stasiun 1 – stasiun 10 untuk unsur logam berat Nikel (Ni), Besi (Fe), Cobalt (Co), dan Tembaga (Cu) memiliki variasi nilai logam berat yang cenderung melebihi ambang batas nilai logam berat di alam, akan tetapi pada unsur logam berat seng (Zn) tidak melewati ambang batas yang ditentukan, hal ini menunjukkan pada sedimen DAS Puuwiau terkontaminasi oleh logam berat Zn namun masih dalam batas wajar atau dapat dikatakan logam berat Zn belum termasuk kedalam kriteria logam berat yang mencemari sedimen DAS Puuwiau.

3.3 Tingkat Pencemaran Logam Berat Pada Sedimen Dasar Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik

Dari hasil pengukuran suseptibilitas magnetik dapat diklasifikasikan tingkat pencemaran logam berat berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik untuk 30 sampel sedimen yang telah diuji dengan alat susceptibility meter MS2B. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut didapatkan nilai suseptibilitas

magnetik pada sampel sedimen berkisar antara $3,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ – $26,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan sampel tersebut termasuk kedalam kategori tercemar rendah (Tingkat I) berdasarkan Tabel 2.2 menurut Evan dan Heller 2003 . Hal ini diduga karena dipengaruhi oleh faktor oseanografi yang turut mempengaruhi distribusi penyebaran mineral dan adanya tumbuhan mangrove di sekitar DAS Puuwiau.

Tabel 3. Tingkat Polusi Berdasarkan Nilai SuseptibilitasMagnetik

Kode Sampel	χ_{LF} ($\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$)	Tingkatan polusi Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik			
		I	II	III	IV
		< 300	300-600	600-1000	> 1000
ST.1	12,1	I			
ST.2	7,2	I			
ST.3	6,5	I			
ST.4	6,2	I			
ST.5	26,7	I			
ST.6	4,4	I			
ST.7	6,7	I			
ST.8	10,2	I			
ST.9	7,8	I			
ST.10	10,3	I			

3.4 Kualitas Sedimen Berdasarkan Indeks Beban Pencemaran, Faktor Kontaminasi, dan Indeks Geoakumulasi

Kualitas Sedimen pada setiap sampel sedimen yang telah diuji dapat dilihat dengan menggunakan Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditetapkan. Kualitas tingkat pencemaran logam berat dalam sedimen ditentukan dengan menggunakan Faktor Kontaminasi (CF), Indeks Beban Pencemaran, (PLI), dan Indeks geoakumulasi (Igeo).

Tabel 4. Faktor Kontaminasi (CF), Indeks Beban Pencemaran, (PLI), dan Indeks geoakumulasi (Igeo)

Stasiun	Ni		Fe		Co		Cu		Zn		PLI
	CF	Igeo	CF	Igeo	CF	Igeo	CF	Igeo	CF	Igeo	
ST.1	1,03	-0,54	1,32	-0,18	5,26	1,81	0,44	-1,75	1,05	-0,51	0,67
ST.2	0,29	-2,35	1,23	-0,28	6,84	2,19	0,44	-1,75	0,74	-1,02	0,16
ST.3	0,74	-1,02	0,98	-0,62	9,47	2,66	0,44	-1,75	0,63	-1,25	0,38
ST.4	0,59	-1,35	1,03	-0,54	8,95	2,58	0,44	-1,75	0,63	-1,25	0,3
ST.5	0,15	-3,35	1,16	-0,37	7,89	2,4	0,44	-1,75	0,84	-0,83	0,1
ST.6	1,03	-0,54	0,94	-0,68	10	2,74	0,22	-2,75	0,63	-1,25	0,27
ST.7	0,21	-2,87	1,07	-0,49	8,95	2,58	0,44	-1,75	0,63	-1,25	0,11
ST.8	0,91	-0,72	1,18	-0,35	7,89	2,4	0,44	-1,75	0,74	-1,02	0,55
ST.9	0,43	-1,81	1,29	-0,22	6,84	2,19	0,22	-2,75	0,84	-0,83	0,14
ST.10	1,81	0,27	0,94	-0,68	8,42	2,49	10,22	2,77	1,16	-0,37	33,72
Min	0,15	-3,35	0,94	-0,68	5,26	1,81	0,22	-2,75	0,63	-1,25	0,1
Max	1,81	0,27	1,32	-0,18	10	2,66	10,22	2,77	1,16	-0,37	33,72

Kualitas sedimen di sepanjang DAS Puuwiau berdasarkan perhitungan faktor kontaminasi untuk unsur logam berat Ni, Fe, Co, Cu, dan Zn memiliki nilai berkisar 0,22 – 10 yang termasuk dalam kategori tingkat kontaminasi rendah (logam berat Cu dan Zn), kategori tingkat kontaminasi sedang (logam berat Ni dan Fe) sampai tingkat kontaminasi sangat tinggi (logam berat Co). Pada perhitungan indeks geoakumulasi untuk unsur logam berat Ni, Fe, Cu, dan Zn memiliki nilai berkisar -3,35 – 2,77 yang termasuk dalam kategori tidak tercemar, namun untuk logam berat Co termasuk dalam kategori

tercemar cukup parah. Pada perhitungan indeks beban pencemaran untuk unsur logam Ni, Fe, Co, Cu, dan Zn pada stasiun 1 sampai 9 memiliki nilai berkisar 0,1 – 0,67 yang termasuk dalam kategori tercemar ringan, akan tetapi pada stasiun 10 memiliki nilai 33,72 yang berdasarkan perhitungan indeks beban pencemaran termasuk dalam kategori tercemar luar biasa parah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis kandungan unsur logam berat menggunakan metode suseptibilitas magnetik, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai suseptibilitas magnetik di sepanjang DAS Puuwiau berkisar antara $3,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg s/d}$ $26,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Adanya variasi nilai suseptibilitas magnetik yang rendah disebabkan oleh pasang-surut air laut yang mengakibatkan material sedimen yang telah terendapkan terbawa oleh arus ketika air laut mengalami pasang-surut yang diikuti oleh kecepatan aliran air sungai dan adanya tumbuhan mangrove yang dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat.
2. Kandungan unsur logam berat yang terdapat pada sampel sedimen di sepanjang DAS Puuwiau berupa unsur logam Nikel (Ni), Besi (Fe), Baja (Co), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn).
3. Tingkat pencemaran logam berat pada sedimen berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik di sepanjang DAS Puuwiau termasuk dalam kategori tercemar rendah (Tingkat I).

Kualitas sedimen di sepanjang DAS Puuwiau berdasarkan perhitungan faktor kontaminasi untuk unsur logam berat Ni, Fe, Co, Cu, dan Zn termasuk dalam kategori tingkat kontaminasi rendah (logam berat Cu dan Zn) sampai tingkat kontaminasi sangat tinggi (logam berat Co). Pada perhitungan indeks geoakumulasi untuk unsur logam berat Ni, Fe, Cu, dan Zn termasuk dalam kategori tidak tercemar, namun untuk logam berat Co termasuk dalam kategori tercemar cukup parah. Pada perhitungan indeks beban pencemaran untuk unsur logam Ni, Fe, Co, Cu, dan Zn pada stasiun 1 sampai 9 termasuk dalam kategori tercemar ringan, akan tetapi pada stasiun 10 berdasarkan perhitungan indeks beban pencemaran termasuk dalam kategori tercemar luar biasa parah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, U. Y., 2012. "Suseptibilitas magnetik Dan Kontaminasi Logam Berat dalam Tanah Lapisan Atas Di Sekitar Pabrik Semen Di Kota Padang". ISSN 1979-4657. Vol.4 No.2
- Fetter, C.W., 2011. Applied Hydrogeology, Prentice Hall, New Jersey.
- Alipour H, Poukhabbaz A, Hassanpour M., 2015. Estimation of potential health risk for some metallic elements by consumption of fish. Water Qual Expo Health, 7(2): 179–85
- Asiah, P. A., 2014. Pemantauan Kualitas Air Laut Akibat Tumpahan Pasir Nikel Di Perairan Teluk Buli, Halmahera. Ecolab, 8(2): 53–96
- Ansar, 2014. "Studi Analisis Sedimentasi Di Sungai Pute Ramang-Ramang Kawasan Karst Maros". Jilid 10 Nomor 3 Hal 301-307. Bogor, Seminar Nasional Sains dan Teknologi.Teknik Sipil Ibnu Khaldun.
- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hananingtyas, I., 2017. Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (Euthynnus) di Pantai Utara Jawa. ISSN : 2580-5029 Vol.1(2).

Mokonio, O., 2013. Analisis Sedimentasi Di muara sungai Saluwanggko Di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. ISSN : 2337/6732 Vol. 1(6) : 452-458.

Rose M, Fernandes A, Mortimer D, Baskaran C., 2015. Contamination of fish in UK fresh water systems: Risk assessment for human consumption. Chemosphere, 122: 183-189

Turkmen A, Turkmen M, Tepe YI, Akyurt I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry, 91: 167–17

Yuliana, 2020. Analisis Konsentrasi Logam Berat Pada Sedimen Menggunakan Metode Suseptibilitas Magnetik Di Sekitar Pesisir Teluk Lasolo Kabupaten Konawe Utara. Universitas Halu Oleo. Kendari

Zeitoun MM, Mehana EE., 2014. Impact of water pollution with heavy metals on fish health: overview and updates. Glob. Vet., 12:219–231