

Analisis Logam Berat Pada Sedimen Sungai Martapura, Kalimantan Selatan

Sudarningsih Sudarningsih

Program Studi Fisika, Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi : sudarningsih@ulm.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v18i1.7089>

Submitted: 15 September 2019; Accepted: 27 April 2020

ABSTRAK- Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi logam berat pada sedimen permukaan Sungai Martapura, Kalimantan Selatan. Penelitian ini penting dilakukan, mengingat Sungai Martapura merupakan sumber air bersih untuk PDAM Bandarmasih (Perusahaan Daerah Air Minum Banjarmasin), namun saat ini sungai Martapura sudah menunjukkan adanya pencemaran. Sampel sedimen permukaan diambil dari sepanjang Sungai Martapura yang dimulai dari daerah Bincau Muara, Kabupaten Banjar sampai Basirih, Kota Banjarmasin. Kandungan logam berat (Cu, Zn, Mn, Fe, dan Hg) dalam sampel sedimen Sungai Martapura diukur menggunakan instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil analisis menunjukkan konsentrasi logam berat tertinggi sampai terendah adalah Fe (48.000–68.800 ppm), Mn (494–2.142 ppm), Zn (79–161 ppm), Cu (40–82 ppm) dan Hg (0,092–5,775 ppm). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa sedimen permukaan Sungai Martapura ini tidak mengandung Cu dan Zn.

KATA KUNCI : sedimen, pencemaran, Banjarmasin, logam berat

Analysis of Heavy Metal Contents in Sediments from Martapura River, South Kalimantan

ABSTRACT- Research has been conducted to determine the concentrations of heavy metals in the surface sediments of the Martapura River in South Kalimantan. This research is important to do, considering that the Martapura River is a source of clean water from the Bandarmasih PDAM (Banjarماسin Regional Water Company), while currently it has been polluted. In this paper, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) measurement was conducted on heavy metal element (Cu, Zn, Mn, Fe, and Hg) of surface sediment samples systematically collected from nine stations along the Martapura River from the Bincau Muara area, Banjar District to the Basirih area, the Banjarmasin City. The results of analysis showed that the highest concentrations of Fe (48,000–68,800 ppm), Mn (494–2,142 ppm), Zn (79–161 ppm), Cu (40–82 ppm) and Hg (0.092–5.775 ppm). The surface sediments were unpolluted by Cu and Zn.

KEYWORDS : sediment; pollute; Banjarmasin; heavy metal

PENDAHULUAN

Studi tentang pencemaran logam berat di lingkungan sungai terutama pada sedimennya telah banyak dilakukan (Hejabi & Basavarajappa, 2013; Horowitz, 2009; Kalender & Çiçek Uçar, 2013; Kang et al., 2012). Studi ini sangat penting dilakukan karena akan berkaitan dengan kualitas air (Thuong, Yoneda, Ikegami, & Takakura, 2013; Varol & Şen, 2012) yang mana sedimen merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari

lingkungan perairan dan dapat membantu penentuan kandungan logam berat dalam air (Shukla & Sharma, 2009).

Pertambahan penduduk, industrialisasi dan masalah urbanisasi merupakan pemicu keberadaan logam berat sebagai polutan di lingkungan perairan dan ini sudah menjadi permasalahan global. Ditambah lagi dengan fakta bahwa logam berat merupakan polutan yang keberadaannya tidak dapat terdegradasi, beracun dan terus-menerus disertai

konsekuensi ekologis yang serius terhadap lingkungan perairan (Jumbe, 2010; Jumbe & Nandini, 2009). Pembuangan limbah rumah tangga dan industri baik yang disengaja maupun tidak disengaja di lingkungan perairan perkotaan akan mempengaruhi ekosistem lingkungan perairan tersebut (Sarika & Chandramohanakumar, 2008). Kajian-kajian awal tentang keberadaan logam berat pada sedimen akibat aktivitas manusia di beberapa negara telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Aloupi, & Angelidis, 2014).

Sungai Martapura merupakan Sungai yang terpanjang di Provinsi Kalimantan Selatan. Sungai Martapura bersumber dari waduk Riam Kanan Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Sungai Martapura adalah warisan alam dan budaya sebagai simbol kebanggaan Banjarmasin yang merupakan anak Sungai Barito dan merupakan sumber air bersih. Tidak hanya melewati Kota Martapura, Sungai Martapura juga mengalir melalui kota Banjarmasin, ibukota Provinsi Kalimantan Selatan.

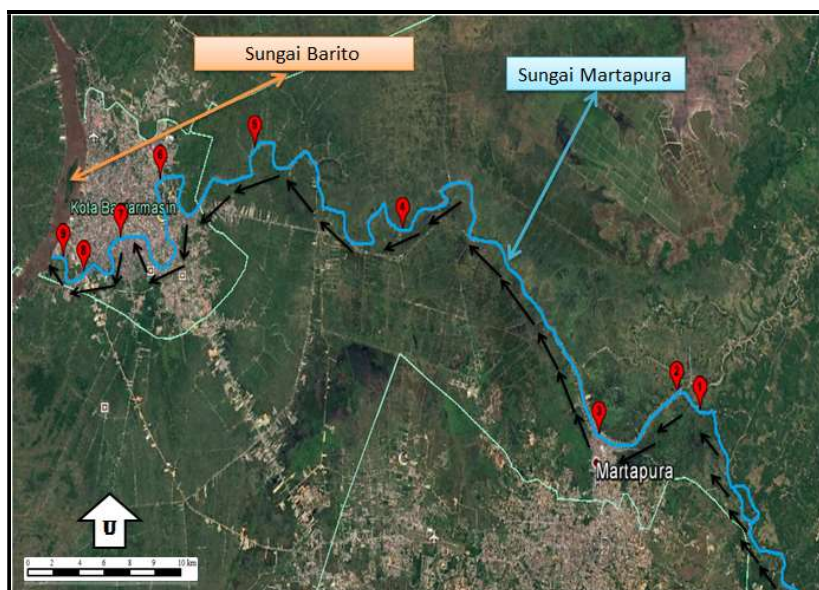
Sungai ini mempunyai panjang mencapai 80 km bermuara di Kota Banjarmasin dan hulunya berada di Kota Martapura. Namun saat ini Sungai Martapura telah mengalami permasalahan pencemaran, baik itu yang berasal dari industri, sampah rumah tangga maupun dari daerah sekitarnya yang merupakan lahan gambut yang dapat menyebabkan air Sungai

Martapura berubah menjadi keasamannya. Hal ini berdasarkan hasil penelitian untuk menguji kualitas air dengan parameter Ph, BOD, COD, Nitrit, TDS, TSS, minyak dan lemak, diterjen serta *Total Coliform*, yang sebagian besar hasilnya menunjukkan nilai diatas baku mutu air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sumber pencemar pada Sungai Martapura tidak hanya berasal dari permukiman di sepanjang aliran sungai, tetapi juga berasal dari pasar, rumah makan dan penginapan (Normasari, Budiastuti, & Ramelan, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat pencemaran logam berat pada sedimen Sungai Martapura. Adapun logam berat yang dimaksud meliputi besi (Fe), mercury (Hg), copper (Cu), mangan (Mn) dan Zinc (Zn). Analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa pedoman kualitas sedimen.

METODE PENELITIAN

Lokasi pengambilan sampel sedimen berada di sepanjang Sungai Martapura Kalimantan Selatan (Gambar 1). Sampel sedimen diambil pada bulan Agustus 2018 dengan menggunakan *sediment grab* sebanyak 9 titik. Titik sampel dipilih berdasarkan keadaan lokasi sampel, diantaranya daerah dengan banyak pemukiman warga, daerah pertanian, daerah dengan keadaan ramai lalu lintas sungai dan muara Sungai Martapura. Di



Gambar 1 Daerah pengambilan sampel sedimen Sungai Martapura (Dimodifikasi dari

laboratorium Geofisika FMIPA ULM Banjarbaru, keseluruhan sampel dipreparasi dengan cara diayak dengan ayakan ukuran 325 mesh untuk mendapatkan ukuran yang seragam, kemudian diangin-anginkan pada suhu kamar. Setelah kering, masing-masing sampel diukur kadar logam beratnya di Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung dengan metoda AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

Hasil Analisis kandungan logam berat pada sampel sedimen Sungai Martapura ini kemudian dianalisis kualitasnya menggunakan pedoman kualitas dari beberapa sumber yaitu Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KMNLH, 2010), *National Sedimen Quality Survey US EPA (2004)*, *Sediment Quality Guideline Values for Metals and Associated Levels of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality (2003)* dan *Nationald' Observation/RN O*, (Razak, 1986 dalam Fajri, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran kandungan logam berat dalam sampel sedimen Sungai Martapura Kalimantan Selatan. Berdasarkan tabel

tersebut dilihat bahwa logam berat yang mempunyai kandungan yang paling besar terdapat pada logam Fe yaitu 68.800 ppm dengan rata-rata 1.030,33 ppm dan kandungan logam berat yang mempunyai nilai paling kecil terdapat pada logam Hg yaitu 5,775 ppm dengan rata-rata 0,761 ppm.

Gambar 2 memperlihatkan grafik masing-masing kandungan logam berat per sampel. Pada grafik terlihat sebaran kandungan logam berat yang bervariasi dan seluruh logam berat di titik 9 mengalami penurunan jumlah kandungannya. Kecenderungan hampir di semua logam berat, kecuali Hg dan Mn, kandungan logam beratnya mengalami penurunan dari titik 1–3, hal ini diduga karena adanya percabangan sungai yang memberikan pasokan air dan juga pemukiman yang tidak terlalu padat, sehingga kandungan logam berat yang mengendap di daerah ini berkurang dibandingkan titik sebelumnya. Kandungan Cu, Zn dan Fe meningkat kembali pada titik 4–8, serta mengalami penurunan di titik 9. Diketahui bahwa pada titik 4–5 merupakan daerah nelayan keramba ikan dan juga merupakan daerah pertanian, sementara di titik 6–8 merupakan pemukiman padat dan titik 9 adalah daerah yang berbatasan dengan

Tabel 1 Kandungan Logam Berat (ppm) Sedimen Sungai Martapura

Sampel	Konsentrasi Logam Berat (ppm)				
	Cu	Zn	Mn	Fe	Hg
1	69	113	921	61100	5,775
2	51	93	1299	58600	0,108
3	40	79	1026	48000	0,092
4	75	106	2142	68800	0,115
5	82	103	1786	63100	0,115
6	68	147	815	58600	0,205
7	72	131	991	64800	0,154
8	67	161	797	67300	0,169
9	43	110	494	50900	0,123
Rata-rata	63	115,88	1141,22	60133,33	0,761
Nilai Minimum	40	79	494	48000	0,092
Nilai Maksimum	82	161	2142	68800	5,775
Ambang Batas	108 ^(a)	271 ^(a)	248,77 ^(b)	20 ^(c)	0,02-0,35 ^(d)

^(a) (KMNLH, 2010)

^(b) *National Sedimen Quality Survey US EPA (2004)* (USEPA, 2004)

^(c) *Sediment Quality Guideline Values for Metals and Associated Levels of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality (2003)*(Solberg et al., 2003)

^(d) *Nationald' Observation/RN O*, oleh Razak dalam Fajri (2001) (Fajri, 2001)

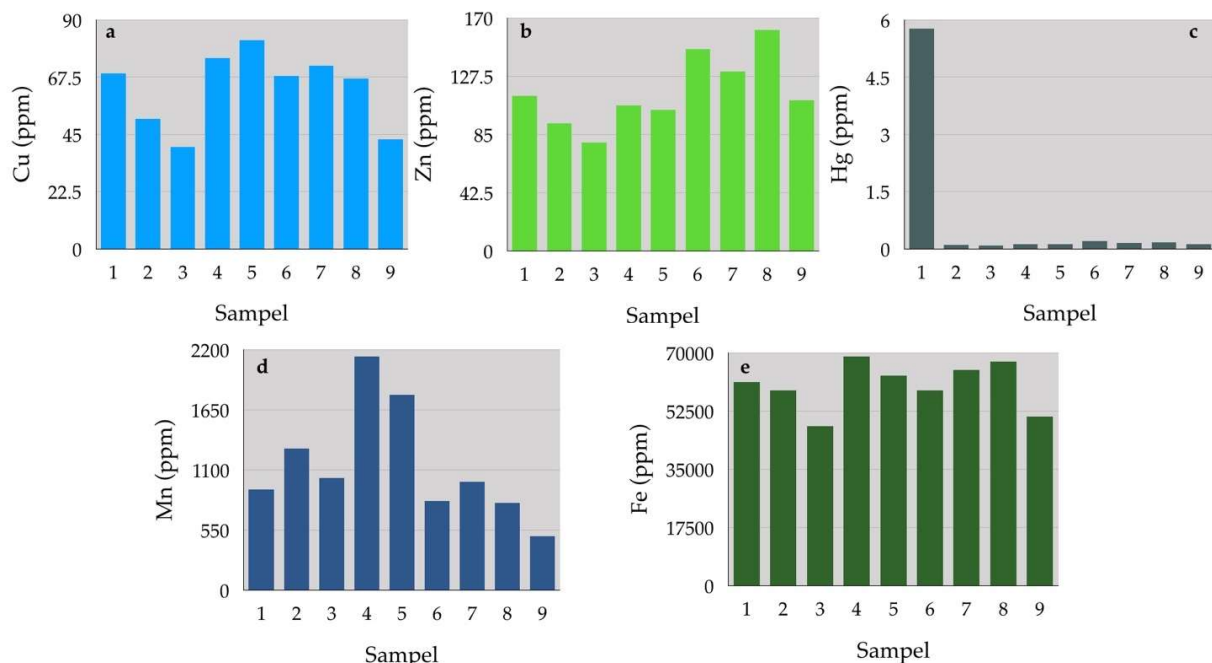
Sungai Barito dan daerah pelabuhan dengan banyak kapal-kapal besar bersandar. Hal ini diduga membuat kandungan Cu, Zn dan Fe meningkat.

Kandungan logam berat Cu yang didapatkan di lokasi penelitian berkisar antara 40–82 ppm dengan rata-rata 63 ppm. Jika dibandingkan dengan dengan ambang batas logam Cu yang mempunyai nilai 108 ppm dalam sedimen (Tabel 1), maka seluruh titik pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian ini tidak tercemar oleh logam Cu. Jika dibandingkan dengan Sungai Batang Ombilin Sumatera Barat yang memiliki kandungan logam Cu 70–230 ppm dengan rata-rata 145 ppm (Putri & Afdal, 2017) maka sedimen di Sungai Batang Ombilin ini tergolong telah mengalami pencemaran. Penelitian terhadap kandungan Cu di Sungai Citarum menunjukkan nilai 83–104 ppm dengan rata-rata 89,57 ppm (Sudarningsih, Aliyah, Fajar, & Bijaksana, 2019; Sudarningsih et al., 2017), juga menunjukkan tidak tercemar (nilai rata-rata kandungan Cu masih di bawah ambang batas ketercemaran). Sementara penelitian yang sama terhadap sedimen Sungai Brantas diperoleh nilai Cu sebesar 27–82 ppm dengan nilai rata-rata 49 ppm

(Mariyanto et al., 2019b, 2019a), juga tidak menunjukkan tercemar.

Kandungan logam berat Zn yang didapatkan di lokasi penelitian berkisar antara 79-161 ppm dengan rata-rata 115,88 ppm. Jika dibandingkan dengan ambang batas Zn yang mempunyai nilai 271 ppm dalam sedimen (Tabel 1), maka di seluruh titik pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian ini tidak tercemar oleh logam Zn. Sementara kandungan logam Zn sedimen sungai di tempat lain seperti di Sungai Ombilin berkisar 140–700 ppm dengan rata-rata 343 ppm (Putri & Afdal, 2017), menunjukkan telah melebihi nilai ambang ketercemaran sedimen dan Sungai Citarum dengan nilai kandungan Zn yang berkisar 117–461 ppm dengan rata-rata 283,93 ppm (Sudarningsih et al., 2017) yang juga menunjukkan telah melebihi ambang batas ketercemaran sedimen.

Kandungan logam berat Mn yang didapatkan di lokasi penelitian berkisar antara 494–2.142 ppm dengan rata-rata 248,77 ppm. Jika dibandingkan dengan ambang batas logam Mn dalam sedimen (Tabel 1), maka seluruh titik lokasi pengambilan sampel telah tercemar oleh logam Mn. Hal yang sama juga ditunjukkan pada Sungai Batang Ombilin



Gambar 2 Kandungan logam berat pada tiap sampel sedimen Sungai Martapura, a) Cu, b) Zn, c) Hg, d) Mn dan e) Fe

Sumatera Barat yang mempunyai nilai kandungan logam berat Mn berkisar 1.010–4.040 ppm dengan rata-rata 1.897 ppm dan di Sungai Citarum dengan rentangan nilai kandungan Mn berkisar 809–2285 ppm dengan rata-rata 1.221,5 ppm. Tingginya nilai Mn ini dapat diakibatkan oleh sisa kegiatan pertambangan batubara, yang mana bahan-bahan beracun yang ditinggalkan dari pertambangan dan pengolahan batubara mengandung logam berat salah satunya Mn (Putri & Afdal, 2017). Disamping berasal dari pertambangan, Mn juga dapat dihasilkan dari proses pelapukan batuan pada cekungan perairan atau adanya kegiatan gunung berapi (Connel, 1995), berasal dari bahan zat aktif dimana batu baterai yang telah habis digunakan dibuang ke sungai maupun pesisir (Palar, 1994).

Kandungan logam berat Fe pada sampel sedimen Sungai Martapura berkisar antara 48.000–68.800 ppm dengan rata-rata 60.133,33 ppm. Jika dibandingkan dengan ambang batasnya maka logam Fe di seluruh lokasi pengambilan sampel telah berada di atas ambang batas ketercemaran sedimen yaitu 68800ppm (Tabel 1). Kandungan logam berat Fe pada sedimen di tempat lain seperti di Sungai Ombilin menunjukkan nilai yang berkisar 71.840–111.900 ppm dengan rata-rata 96.181 ppm (Putri & Afdal, 2017) yang telah melebihi ambang batas ketercemaran sedimen, sementara di Sungai Citarum berkisar 44.900–56.000 ppm (Sudarningsih et al., 2017) menunjukkan masih di bawah ambang batas ketercemaran sedimen. Tingginya kandungan Fe pada sedimen sungai dapat disebabkan oleh hasil pelapukan batuan dasar pada daerah ini, yang mana diketahui bahwa Sungai Martapura berhulu di Pegunungan Bobaris yang salah satu batuan dasarnya adalah batuan beku ultrabasa (Khalida, Sudarningsih, & Sota, 2012; Sudarningsih, Wianto, & Widiyastuti, 2012).

Kandungan logam berat Hg yang didapatkan di lokasi penelitian berkisar antara 0,092–5,775 ppm dengan rata-rata 0,761 ppm. Hal ini jika dibandingkan dengan ambang batas logam Hg yang mempunyai nilai

berkisar 0,02–0,35 ppm (Tabel 1), maka seluruh titik pengambilan sampel memiliki kandungan Hg di atas ambang batas ketercemaran sedimen. Kandungan Hg pada sedimen juga terdeteksi di sedimen Sungai Citarum dengan kisaran 0,063–0,641 ppm (Sudarningsih et al., 2017). Jika merujuk pada table 1, maka sedimen Sungai Citarum juga memiliki kandungan Hg di atas ambang ketercemaran. Tingginya kandungan logam Hg pada sedimen sungai dapat diakibatkan dari limbah pembuatan amalgam, cat, baterai, komponen listrik, perak, ekstraksi emas dan elektronik serta sering juga dipakai sebagai pestisida (Bradl, 2005; Tchounwou, Paul B., Yedjou, Clement G., Patlolla, Anita K., Sutton, 2012). Keberadaan tambang emas di Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan diduga juga menyebabkan tingginya kandungan Hg di Sungai Martapura yang mana aliran sungai dari daerah tersebut masuk ke Sungai Martapura(Willem, n.d.).

KESIMPULAN

Keberadaan logam berat pada sedimen Sungai Martapura Kalimantan Selatan yang telah melewati ambang batas ketercemaran sedimen diantaranya adalah Mn, Fe dan Hg. Tingginya kandungan ketiga logam berat ini selain diduga berasal dari proses pelapukan batuan dasar, juga diduga disebabkan oleh sisa proses penambangan batubara maupun emas dan juga penggunaan pestisida di sekitar daerah penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung secara finansial oleh dana penelitian dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, serta izin dari Pemerintahan Provinsi Kalimantan Selatan dalam pengambilan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradl, H. B. (2005). *Heavy Metals in the Environment*. Elsevier Ltd, London.
- Evans, G., Howarth, R. J., & Nombela, M. A. (2003). Metals in the sediments of Ensenada de San Simón (inner Ría de

- Vigo), Galicia, NW Spain. *Applied Geochemistry*, 18(7), 973–996. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(02\)00203-2](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(02)00203-2)
- Fajri, N. E. (2001). *Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd, Pb dalam Air Laut, Sedimen dan Tiram (Carassostrea cucullata) di Perairan Pesisir Kecamatan Pedes, Kabupaten Karawang, Jawa Barat*. Tesis Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Hejabi, A. T., & Basavarajappa, H. T. (2013). Heavy metals partitioning in sediments of the Kabini River in South India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(2), 1273–1283. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2631-z>
- Horowitz, A. J. (2009). Monitoring suspended sediments and associated chemical constituents in urban environments: Lessons from the city of Atlanta, Georgia, USA water quality monitoring program. *Journal of Soils and Sediments*, 9(4), 342–363. <https://doi.org/10.1007/s11368-009-0092-y>
- Jumbe. (2010). Heavy Metals Analysis and Sediment Quality Values in Urban Lakes. *American Journal of Environmental Sciences*, 5(6), 678–687. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2009.678.687>
- Jumbe, A. ., & Nandini, N. (2009). Impact assessment of heavy metals pollution of Vartur Lake, Bangalore. *Journal of Applied and Natural Sciences*, 1, 53–61.
- Kalender, L., & Çiçek Uçar, S. (2013). Assessment of metal contamination in sediments in the tributaries of the Euphrates River, using pollution indices and the determination of the pollution source, Turkey. *Journal of Geochemical Exploration*, 134, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.08.005>
- Kang, M., Wu, S., Zhang, L., Yang, Y., Liu, J., & Chen, F. (2012). Comprehensive assessment of heavy metal contamination in sediment of the Pearl River Estuary and adjacent shelf. *Marine Pollution Bulletin*, 64(9), 1947–1955. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.04.024>
- Khalida, S., Sudarningsih, S., & Sota, I. (2012). Karakterisasi Mineral Magnetik Batuan Peridotit Daerah Awang Bangkal Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Flux*, 9(2), 120–130.
- KMNLH. (2010). State Environment Minister's Decision Draft.
- Liaghati, T., Preda, M., & Cox, M. (2004). Heavy metal distribution and controlling factors within coastal plain sediments, Bells Creek catchment, southeast Queensland, Australia. *Environment International*, 29(7), 935–948. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00060-6](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00060-6)
- Mariyanto, M., Amir, M. F., Utama, W., Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Pratama, A., ... Sudarningsih, S. (2019a). Environmental magnetism data of Brantas River bulk surface sediments, Jawa Timur, Indonesia. *Data in Brief*, 25, 104092. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104092>
- Mariyanto, M., Amir, M. F., Utama, W., Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Pratama, A., ... Sudarningsih, S. (2019b). Heavy metal contents and magnetic properties of surface sediments in volcanic and tropical environment from Brantas River, Jawa Timur Province, Indonesia. *Science of The Total Environment*, 675, 632–641. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.244>
- Normasari, E. R., Budiastuti, S., & Ramelan, A. H. (2016). Mitigation of Martapura River in Banjarmasin using, 11(3), 825–832.
- Putri, D., & Afdal. (2017). Identifikasi Pencemaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Suseptibilitas Magnetik pada Sedimen Sungai Batang Ombilin Kota Sawahlunto. *Jurnal Fisika Unand*, 6(4), 341–347.
- Sarika, P. R., & Chandramohanakumar, N. (2008). Geochemistry of heavy metals in the surficial sediments of mangroves of the south west coast of India. *Chemistry and Ecology*, 24(6), 437–447. <https://doi.org/10.1080/0275754080249131>

2

- Sea, A., Aloupi, M., Aloupi, M., & Angelidis, M. O. (2014). Geochemistry of natural and anthropogenic metals in the coastal sediments of the island of Geochemistry of natural and anthropogenic metals in the coastal, 113(May), 211–219. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00173-1](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00173-1)
- Shukla, R., & Sharma, Y. K. (2009). *Heavy Metal Toxicity in Environment*. In: *Environmental Monitoring and Management*,. (K. Trivedi, A., B. N. Jaiswal, Pandey,, & S. P. Trivedi, Eds.). Alfa Publications.
- Solberg, T., Jr., J. T., Brien, G. O., Behnke, H. F., Poulson, H. D., Ela, J. P., ... Hassett, S. (2003). *Consensus-Based Sediment Quality Guidelines Recommendations for Use & Application* (Vol. 09). Madison, WI.
- Sudarningsih, S., Aliyah, H., Fajar, S. J., & Bijaksana, S. (2019). Magnetic characterization and heavy metals pollutions of sediments in Citarum River , Indonesia Magnetic characterization and heavy metals pollutions of sediments in Citarum River , Indonesia. *IOP Conference Series*, 1204(012082). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1204/1/012082>
- Sudarningsih, S., Bijaksana, S., Ramdani, R., Hafidz, A., Pratama, A., Widodo, W., ... Santoso, N. A. (2017). Variations in the concentration of magnetic minerals and heavy metals in suspended sediments from citarum river and its tributaries, West Java, Indonesia. *Geosciences (Switzerland)*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/geosciences7030066>
- Sudarningsih, S., Wianto, T., & Widiyastuti, D. A. (2012). Analisa Struktur dan Mineralogi Batuan dari Sungai Aranio Kabupaten Banjar. *Jurnal Fisika Flux*, 9(1), 42–48.
- Tchounwou, Paul B., Yedjou, Clement G., Patlolla, Anita K., Sutton, D. J. (2012). Molecular, Clinical and Environmental Toxicology. *National Institutes of Health Public Access*, 101(August), 133–164. <https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8338-1>
- Thuong, N. T., Yoneda, M., Ikegami, M., & Takakura, M. (2013). Source discrimination of heavy metals in sediment and water of to Lich River in Hanoi City using multivariate statistical approaches. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(10), 8065–8075. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3155-x>
- USEPA. (2004). *The Incidence and Severity of Sediment Contamination in Surface Waters of United States, National Sediment Quality Survey* (2nd ed.). Washington D.C: U. S. Enviromental Protection Agency.
- Varol, M., & Şen, B. (2012). Assessment of nutrient and heavy metal contamination in surface water and sediments of the upper Tigris River, Turkey. *Catena*, 92, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.11.011>
- Wellmitz, J., Helm, D., Lepom, P., Litheraty, P., Kube, P., & Woitke, P. (2003). Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube. *Chemosphere*, 51(8), 633–642. [https://doi.org/10.1016/s0045-6535\(03\)00217-0](https://doi.org/10.1016/s0045-6535(03)00217-0)
- Willem, J. (n.d.). Polisi Tertibkan Tambang Emas Ilegal Sepanjang Sungai Takuti di Banjar.