PENGARUH PEMBERIAN BIOADSORBEN TULANG IKAN HARUAN (*CHANNA STRIATA*) PADA AIR TERCEMAR BESI DAN TIMBAL

Hashifa Kiraamim Bararah[1], Pandji Winata Nurikhwan[2], Eko Suhartono[3]

[1]Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia
[2]Departemen Pendidikan Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia
[3]Departemen Biokimia dan Biologi molekuler Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

Email koresspondensi: hakiraba@gmail.com

Abstract: Water in ex-mining excavations (AAT, acid mine water) is often contaminated with various heavy metals and toxic compounds such as iron and lead. *To reduce these contaminants, one method that can be used is adsorption because the processing is relatively cheap, easy and has a high ability to bind contaminants. This research aims to utilize the bones of haruan fish (Channa striata) which contain calcium phosphate (Ca(H2PO4)2, calcium carbonate (CaCO3) and magnesium (Mg) as bioadsorbents. Fish bones were made into bioadsorbents using ashing techniques and then applied to AAT samples by direct sowing and using tea bag media. The iron and lead content of AAT before and after bioadsorbent treatment was tested using Atomic Absorption Spectophotometry Research shows that the iron and lead content in AAT decreased after treatment maximum in the sprinkle treatment due to the presence of metal binding which is greater than that held in the tea bag. However, the sowing treatment produces cloudy effects and is impractical. Using a tea bag allows for clearer and more practical water results.*

Keywords: *bioadsorbent, adsorption, snakehead fish bones, iron, lead.*

Abstrak: Air pada bekas galian tambang (AAT, air asam tambang) sering kali terkontaminasi oleh berbagai logam berat dan senyawa beracun seperti besi dan timbal. Untuk mengurangi kontaminan ini, salah satu metode yang dapat digunakan adalah adsorpsi karena pengolahannya relatif murah, mudah, dan memiliki kemampuan tinggi untuk mengikat kontaminan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan tulang ikan haruan (Channa striata) yang mengandung kalsium fosfat ($Ca(H_2PO_4)_2$), kalsium karbonat ($CaCO_3$), dan magnesium (Mg) sebagai bioadsorben. Tulang ikan diolah menggunakan teknik pengabuan, kemudian diaplikasikan pada sampel AAT dengan cara dtabur langsung dan menggunakan media kantong teh. Kandungan besi dan timbal dalam AAT sebelum dan sesudah perlakuan bioadsorben diuji menggunakan Spektofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan besi dan timbal dalam AAT berkurang, dengan penurunan terbesar pada metode tabur karena ikatan logam yang lebih kuat dibandingkan metode kantong teh. Namun, metode tabur menyebabkan air menjadi keruh dan kurang praktis. Metode kantong teh menghasilkan air yang lebih jernih dan praktis.

Kata-kata kunci: bioadsorben, adsorpsi, tulang ikan haruan, besi, timbal

PENDAHULUAN

Lahan basah merupakan salah satu ekosistem penting yang memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Fungsi utamanya meliputi penyimpanan air selama musim hujan, pelepasan air selama musim kemarau, dan penyerapan karbon yang membantu mitigasi perubahan iklim. Namun, lahan basah kerap menghadapi tantangan besar, terutama akibat aktivitas pertambangan. Di Indonesia, pertambangan merupakan sector ekonomi yang signifikan, tetapi juga menjadi penyebab utama degradasi lingkungan.[1,2]

Salah satu dampak serius dari aktivitas pertambangan adalah pembentukan air asam tambang (AAT). AAT terbentuk ketika mineral sulfida seperti pirit (FeS_2) dalam batu bara bereaksi dengan oksigen dan air. Reaksi ini menghasilkan asam sulfat dan melepaskan logam berat seperti besi (Fe) dan timbal (Pb) ke dalam air.[3,4] Air yang tercemar AAT biasanya memiliki pH rendah dan konsentrasi logam berat yang tinggi. Oleh karena itu, pencemaran ini berpotensi merusak ekosistem perairan dan membahayakan kesehatan manusia.[5]

Paparan logam berat seperti Fe dan Pb dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk kerusakan organ, gangguan neurologis, dan penyakit kronis lainnya. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengolah air tercemar sebelum digunakan kembali oleh masyarakat.[5]

Untuk mengatasi pencemaran ini, berbagai metode telah dikembangkan, salah satunya adalah adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penyerapan molekul atau ion dari fase cair ke permukaan zat padat yang disebut adsorben.[6] Metode ini dianggap sebagai metode yang efektif karena biaya yang digunakan relatif rendah, implementasi mudah, dan efisiensinya yang tinggi dalam mengikat logam berat. Dalam beberapa tahun terakhir, bioadsorben berbasis bahan alami mulai dikembangkan karena ramah lingkungan dan menggunakan limbah organik yang melimpah.[7,8]

Penelitian ini memanfaatkan tulang ikan haruan (*Channa striata*) sebagai bioadsorben. Ikan haruan adalah ikan air tawar yang banyak dikonsumsi di Kalimantan, khususnya Kalimantan Selatan. Industri pengolahan ikan ini menghasilkan limbah tulang ikan dalam jumlah besar yang seringkali tidak dimanfaatkan. Tulang ikan ini mengandung senyawa hidroksiaparit ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$), kalsium karbonat ($CaCO_3$), dan magnesium (Mg) yang memiliki kemampuan adsorpsi tinggi.[9,10] Kelebihan lainnya ialah bioadsorben dengan bahan ini mampu memanfaatkan limbah tulang ikan, sehingga mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan mengolah limbah organik menjadi produk bernilai tambah.[11]

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian bioadsorben tulang ikan haruan dalam menurunkan kadar Fe dan Pb dalam air tercemar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental kuantitatif yang dilakukan di laboratorium. Sampel air tercemar diambil dari lokasi bekas tambang batubara di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Sementara itu, tulang ikan haruan yang akan diolah menjadi bioadsorben diperoleh dari limbah industri UMKM Kerupuk Haruan di Banjarmasin.

Proses pembuatan bioadsorben melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pembersihan tulang ikan untuk menghilangkan sisa daging dan kotoran, kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan di oven pada suhu 100^{O}C selama 24 jam.[9] Setelah kering, tulang dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 800^{O}C hingga menjadi abu.[10] Tahap terakhir adalah penghalusan abu tulang hingga berukuran 100 mesh menggunakan

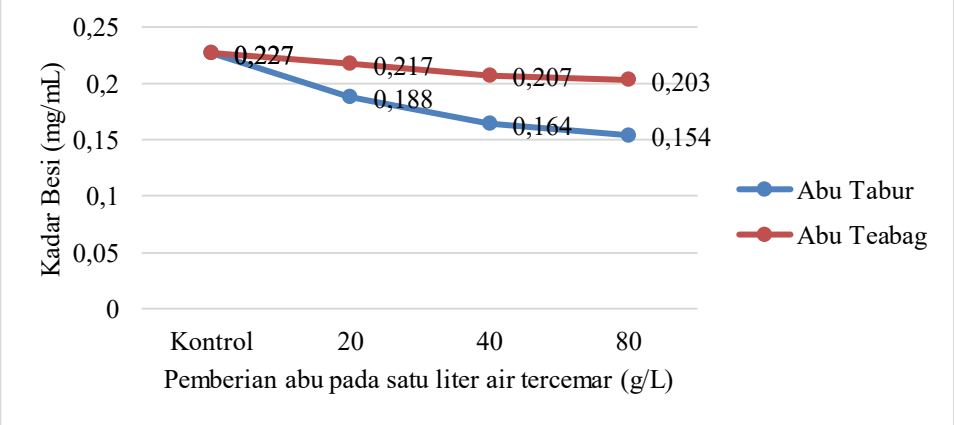
mortar dan ayakan.[9] Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dengan membuka pori-pori mikro pada bahan bioadsorben, sehingga logam berat dapat teradsorpsi dengan lebih baik.

Bioadsorben yang telah dibuat diaplikasikan pada sampel air tercemar dengan dua metode berbeda, yaitu metode tabur langsung dan metode kantong teh (*tea bag*). Pada metode tabur langsung, bioadsorben ditaburkan secara langsung ke dalam air tercemar sehingga memungkinkan kontak maksimum antara adsorben dan kontaminan. Sementara itu, pada metode kantong teh, bioadsorben dimasukkan ke dalam kantong teh yang direndam di dalam air.[10] Konsentrasi bioadsorben yang digunakan dalam kedua metode ini adalah 20 g/L, 40 g/L, dan 80 g/L. Air tercemar diuji sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengukur kadar besi (Fe) dan timbal (Pb) menggunakan Spektofotometri Serapan Atom (SSA). Selain itu, pengujian juga melibatkan evaluasi pH air untuk menentukan perubahan tingkat keasaman setelah perlakuan.[12]

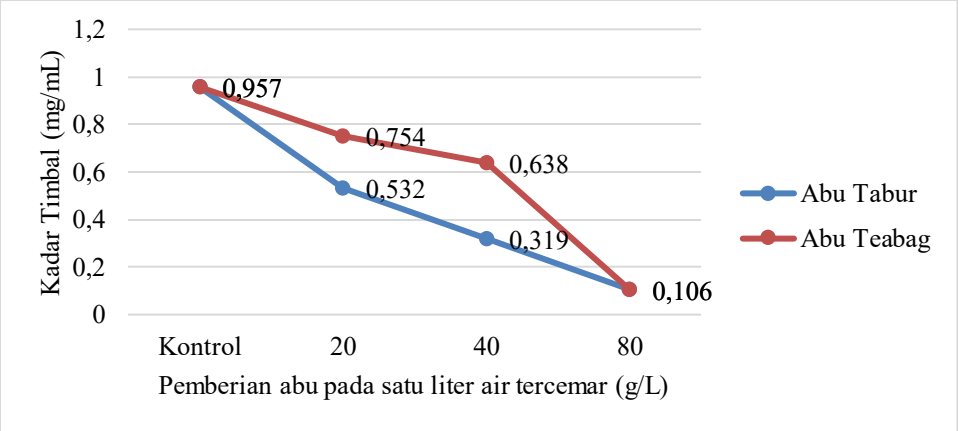
Variabel penelitian mencakup variabel bebas berupa konsentrasi bioadsorben (20 g/L, 40 g/L, dan 80 g/L) serta metode aplikasi (tabur langsung dan kantong teh). Variabel terikat adalah penurunan kadar besi dan timbal dalam air tercemar, sedangkan variabel control mencakup volume air (1 liter), waktu kontak (24 jam), suhu, dan pH awal air tercemar. Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menentukan pengaruh bioadsorben dalam menurunkan kadar besi dan timbal. Analisis statistik menggunakan uji ANOVA satu arah dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi dan metode aplikasi terhadap hasil adsorpsi.[13] Data disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah interpretasi hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian terhadap pemberian abu tulang ikan haruan ke dalam air tercemar air asam tambang dapat dilihat melalui Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengujian Kadar Besi (Fe)



Gambar 2. Hasil Pengujian Kadar Timbal (Pb)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioadsorben tulang ikan haruan mampu secara signifikan menurunkan kadar Fe dan Pb dalam air tercemar. Pada metode tabur langsung, penurunan kasar Fe dan Pb lebih tinggi dibandingkan metode kantong teh. Hal ini disebabkan oleh kontak langsung antara bioadsorben dan ion logam dalam air yang meningkatkan pengaruh adsorpsi.[7,10] Namun, metode tabur menyebabkan air menjadi lebih keruh akibat penyebaran partikel bioadsorben yang tidak terlarut. Sebaliknya, metode kantong teh menghasilkan air yang lebih jernih, meskipus dengan pengaruh adsorpsi yang sedikit lebih rendah.[12]

Pada konsentrasi bioadsorben 20 g/L, penurunan kadar Fe dan Pb tidak terlalu signifikan dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi. Dengan konsentrasi 40 g/L, efektivitas adsorpsi meningkat secara signifikan, dan konsentrasi 80 g/L menghasilkan penurunan kadar Fe dan Pb tertinggi. Penurunan kadar logam berat ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bioadsorben berbanding lurus dengan daya adsorpsi, meskipun pengaruh tambahan cenderung menurun pada konsentrasi yang sangat tinggi.[10,13]

Hidroksiapatit pada tulang ikan haruan memainkan peran kunci dalam proses adsorpsi. Struktur pori-pori mikro pada hidroksiapatit memungkinkan penyerapan ion logam secara efektif, sementara kalsium karbonat dan magnesium mendukung stabilitas struktur adsorben.[9,11] Pengaruh adsorpsi juga dipengaruhi oleh waktu kontak, dengan waktu 24 jam menunjukkan hasil optimal. Peningkatan waktu kontak lebih dari 24 jam tidak memberikan peningkatan signifikan dalam pengaruh adsorpsi.[8,13]

PENUTUP

Penelitian ini membuktikan bahwa bioadsorben berbahan dasar tulang ikan haruan efektif dalam menurunkan kadar Fe dan Pb dalam air tercemar. Metode tabur memberikan hasil adsorpsi yang lebih tinggi tetapi kurang praktis, sementara metode kantong teh lebih efisien untuk penggunaan langsung. Bioadsorben ini memiliki potensi besar sebagai solusi ramah lingkungan untuk pengolahan air tercemar di daerah bekas tambang.

Pada penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam skala lapangan untuk dapat mengetahui pengaruh pemberian bioadsorben dalam kondisi lingkungan nyata. Selain itu, optimalisasi proses produksi juga perlu dilakukan agar dapat meningkatkan efisiensi biaya dan keberlanjutan bahan yang digunakan. Pengujian bioadsorben dalam aplikasi industri diperlukan untuk dapat mengatasi tantangan logistik dan teknis.

Dengan implementasi yang tepat, diharapkan bioadsorben tulang ikan haruan dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi masalah pencemaran air akibat logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Syahza A, dkk. Lahan Basah: Kajian Empirik Sosial Ekonomi dan Lingkungan di Lahan Basah. Riau. UR Press; 2022.
2. Pemerintah Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020.
3. Kamarati KFA, Ivanhoe M, Sumaryono M. Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) Pada Air Sungai Santan. Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan. 2018;4(1):49-56.
4. Tchounwou PB, et al. *Heavy Metals Toxicity and the Environment*. *National Institute of Health:*2014;1–30.
5. Tripathi A, Ranjan MR. *Heavy Metal Removal from Wastewater Using Low Cost Adsorbents*. *Journal of Bioremediation Biodegradation*. 2015;06(06):2-5.
6. Luis AT, et al. *Extremely Acidic Eukaryotic (Micro) Organisms: Life in Acid Mine Drainage Polluted Environments Mini-Review*. *Internation Journal of Environtmental Research and Public Health*. 2022;19(1):1-13.
7. Pourhakkak P, et al. *Fundamentals of adsorption technology*. *Interface Science Technology*. 2021;33:1–70.
8. Amalia Hariyanto Y, Taufiq A, Sunaryono S. Sintesis, Karakterisasi Struktur dan Sifat Optik Nanopartikel Hidroksiapatit/Magnetit. JPSE (Journal Phys Sci Eng. 2018;3(1):16–24.
9. Anggraini RM, dkk. *Characterization of Hydroxyapatite from Channa Striata and Scomberomorus Commerson Fish Bone by Heat Treatment*. *Journal Online of Physics*. 2023;9(1):49–54.
10. Supriyantini E, Endrawati H. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang. Jurnal Kelautan Tropis. 2015;18(1):38–45.
11. Cornot-Gandolphe S. *The importance of coal supply in Indonesia [Internet]. Indonesia's Electricity Demand and the Coal Sector: Oxford Institute for Energy Studies*; 2017.
12. Yustinah., Hartini., Zuliani. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaOH Pada Proses Pembuatan Arang Aktif Terhadap Kualitas Minyak Bekas Setelah Proses Pemurnian. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. 2015:1–7.
13. Amenaghawon AN, et al. Hydroxyapatite-based adsorbents: *Applications in sequestering heavy metals and dyes*. *Journal of Environmental Management*. 2022;302:113989.