CHEMVIRO: Jurnal Kimia dan Ilmu Lingkungan
2 (1), 2024, 90-97

Available at: ejournal.unigoro.ac.id

Metode Fitoremediasi Dalam Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara (Fe Dan Mn) Berdasarkan *Literatur Review*
Phytoremediation Method in Management of Coal Mine Acid Water (Fe and Mn) Based on Literature Review

Emil Salim Kahmi Leka[1], Rizki Khoiriah Nasution[2]

1) Mahasiswa Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta
2) Mahasiswa Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Email : lekaemil103@gmail.com

Received: 11 Januari 2024; Revised:22 Januari 2024; Accepted: 1 Februari 2024

Abstract: *Acid mine water (AAT) is water that comes from mines or rocks containing sulfide minerals that are exposed and oxidized by open-pit mining activities. The high sulfate and metal content in acid mine drainage causes significant environmental damage, requiring special treatment. Almost all industrial waste contains heavy metals. More industry will increase pollution of water sources due to industrial waste. The purpose of this research is as a reference in analyzing plant types that quickly absorb the heavy metals Iron (Fe) and Manganese (Mn) in water using the phytoremediation method. It is hoped that acid mine drainage management methods that are easy to use, cheap and environmentally friendly will be implemented for sustainable development. One of the rehabilitation techniques for AAT polluted environments is phytoremediation. Phytoremediation is the most effective method for managing acid mine drainage. The research results show that several plants are very effective and significant in helping the absorption of the heavy metals iron (Fe) and Manganese (Mn) contained in acid mine drainage. The research results show that Catfish Eyes (Lemna minor) 100 ppm and Genjer (Limnocharis flava) 99.168% are the most suitable plants for the phytoremediation method when controlling acid mine drainage.*
***Keywords**: Phytoremediation, Acid Mine Drainage, Plants*

Abstrak: Air asam tambang (AAT) adalah air yang berasal dari tambang atau batuan yang mengandung mineral sulfida yang tersingkap dan teroksidasi oleh kegiatan penambangan terbuka. Kandungan sulfat dan logam yang tinggi di dalam air asam tambang menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, sehingga memerlukan perawatan khusus. Hampir semua limbah industri mengandung logam berat. Semakin banyak industri akan meningkatkan pencemaran sumber air karena limbah industri. Tujuan dari penelitian ini sebagai acuan dalam menganalisis jenis tanaman yang cepat dalam proses penyerapan logam berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) di air dengan menggunakan metode fitoremediasi. Diharapkan metode pengelolaan air asam tambang yang mudah digunakan, murah, dan ramah lingkungan akan diterapkan untuk pembangunan berkelanjutan. Salah satu teknik rehabilitasi lingkungan tercemar AAT adalah fitoremediasi. Fitoremediasi adalah metode yang paling efektif untuk mengelola air asam tambang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa tanaman sangat efektif dan signifikan dalam membantu penyerapan kandungan logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terdapat pad air asam tambang. Hasil penelitian menunjukan tanaman Mata Lele (*Lemna minor*) 100 ppm dan Genjer (*Limnocharis flava*) 99,168% adalah tanaman yang paling cocok untuk metode fitoremediasi ketika mengendalikan air asam tambang.
Kata Kunci: Fitoremediasi, Air Asam Tambang, Tanaman

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255

PENDAHULUAN

Selama bertahun-tahun, umat manusia menderita polusi air karena pertumbuhan populasi yang pesat dan kemajuan teknologi. Selain itu, kegagalan dalam menerapkan pengolahan air limbah yang tepat sebelum membuang limbah ke badan air sering terjadi di negara-negara berkembang seperti India, Kenya, Nigeria dan Ethiopia (Chai dkk.,2021). Adanya berbagai jenis kontaminan dalam air limbah seperti patogen, pengotor organik dan anorganik serta logam berat dapat sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam konteks ini, logam berat dianggap paling beracun dan berbahaya karena terakumulasi di dalam jaringan lunak dan tidak dimetabolisme oleh tubuh manusia (Zhou dkk.,2020).

Mayoritas penambangan batubara di Indonesia menggunakan sistem tambang terbuka. Penambangan terbuka menghilangkan permukaan tanah dan bahan organik. Batuan yang ada di lokasi penambangan tersingkap ke permukaan sehingga mudah bereaksi dengan udara dan air secara langsung (Kasmiani, Widodo, dan Bakri, 2018). Akibatnya, lapisan batuan yang mengandung sulfur terbuka dan bereaksi dengan air atau oksigen, melepaskan sulfat ke lingkungan (Wahyudin, Widodo, dan Nurwaskito, 2018). Karena reaksi ini, baik tanah maupun air mengalami peningkatan kadar asam. Fenomena ini juga dikenal sebagai aliran asam tambang (AAT) atau aliran asam tambang (AMD) (Wahyudin, Widodo, dan Nurwaskito, 2018). Sifat kimia logam-logam terlarut (Al, Fe, Mn, Cd, Cu, Sn, Zn, As, dan Hg) akan diubah oleh mineral sulfida yang teroksidasi, yang menyebabkan pH air menurun. Pada konsentrasi tertentu, ini dapat membahayakan lingkungan (Yunus dan Prihatini, 2018).

Drainase asam (AD) adalah proses biogeokimia yang terjadi dengan oksidasi mineral yang mengandung sulfida, yang menghasilkan larutan asam yang diperkaya dengan sulfat, besi, aluminium, garam lain, dan berbagai logam berat (Jacobs dkk., 2014). Drainase asam berasal dari geogenik dan antropogenik, namun kekhawatiran yang lebih besar terletak pada AD yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, yang disebut sebagai drainase asam tambang (AMD). DAL yang dihasilkan oleh aktivitas pertambangan dianggap sebagai salah satu masalah pencemaran lingkungan terbesar; pencegahannya sulit, akuntabilitas terhadap pemulihan buruk, kerusakan lingkungan parah, dan pengobatannya mahal (Carvalho, 2017; Crawford, 2015;Johnson dan Hallberg, 2005;Sheridan dkk., 2018).

Salah satu teknik rehabilitasi lingkungan tercemar AAT adalah fitoremediasi. Fitoremediasi memanfaatkan tanaman pengumpul logam untuk memulihkan sumber utama yang terkontaminasi tanah dan air (Muthusaravanan dkk., 2018). Serapan HMS melalui teknologi fitoremediasi melibatkan beberapa proses seperti fitostabilisasi, rhizodegradasi, fitoekstraksi, fitodegradasi, fitoakumulasi dan fitovolatilisasi (Tangahu dkk., 2011)

Saat ini, berbagai teknik telah dimanfaatkan untuk mengatasi pencemaran logam berat yang secara umum dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori besar: pendekatan fisik, kimia dan biologi. Dari ketiga pendekatan tersebut, pendekatan biologis dianggap sebagai metode yang paling ramah lingkungan dan biaya karena menggunakan organisme hidup untuk meremediasi logam berat berbahaya dan/atau memulihkan logam berat dari lingkungan yang tercemar. Fitoremediasi adalah salah satu metode bioremediasi yang digunakan untuk membersihkan air yang terkontaminasi. Ia menggunakan tanaman yang dikenal sebagai tanaman akumulator untuk menyerap kontaminan termasuk logam berat melalui sistem perakaran dan memindahkannya ke bagian udara tanaman (Jiang dkk.,2022). Fitoremediasi menggunakan tanaman air muncul sebagai teknik yang hemat biaya namun banyak akal, sekaligus mencegah pencucian logam berat dan merusak lingkungan sekitar (Liu dkk.,2020). Tumbuhan air merupakan bagian dari ekosistem yang kompleks, yang dapat bertindak sebagai hiperakumulator logam berat untuk menghilangkan logam berat bersama dengan polutan

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255

lainnya melalui fitoremediasi (Ali dkk.,2020). Berikut adalah rangkuman dari penelitian sejenis yang menjelaskan hasil dari penelitian yang tertera pada **Tabel 1** dibawah ini :

Tabel 1. Penelitian Sejenis

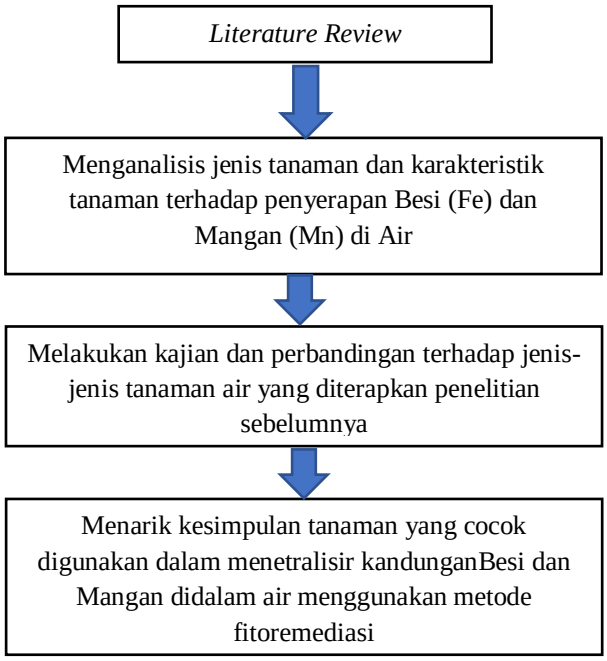
Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Ali Aulia Ghozali , Lulu Alfatih Sohra, san Dewi Eviane	2023	Efektivitas dan Model Isoterm Adsorpsi Fe dan Mn oleh mata lele (*Lemna minor*)	Rekomendasi menggunakan metode Fitoremediasi dengan tanaman mata lele (*Lemna minor*)
Novi Karyati1 , Mijani Rahman, dan Zairina Yasmi	2019	Efektifitas Beberapa Jenis Gulma Air Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Pada Air Bekas Galian Pasca Tambang Batubara(Void)	Rekomendasi menggunakan metode Fitoremediasi dengan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatic Forsk*)
Asri Fridtriyanda , Heru Dwiriawan Sutoyo dan Dwi Herniti	2022	Studi Literatur Jenis Tanaman Pengelola Air Asam Tambang Batubara Dengan Cara Fitoremediasi Pada Sistem Lahan Basah Buatan	Rekomendasi menggunakan metode Fitoremediasi dengan tanaman ekor kucing (*Typha Angustifolia*)
Firstananda Yustika , Rr. Dina Asrifah dan Dian Hudawan Santoso	2022	Fitoremediasi Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Limbah Pengolahan Tambang Emas Rakyat di Desa Pancurendang dengan Genjer (Limnocharis flava)	Rekomendasi menggunakan metode Fitoremediasi dengan tanaman Genjer (*Limnocharis flava*),
Ratu Wulandari Permatasari Putri, Sri Pertiwi Estuningsih dan Juswardi	2021	Akumulasi Logam Terserap pada Mendong (Fimbristylis globulosa Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Bara	Rekomendasi menggunakan metode Fitoremediasi dengan tanaman mendong (*Fimbristylis globulosa Retz. Kunt*)

Sumber : Hasil Literatur Review

METODE

Tahapan dalam penelitian yang dilakukan seperti yang tertuang pada **Gambar 1**. Penelitian ini berdasarkan *literature review*. Yang dirangkum dari beberapa karya ilmiah. *Literature review* merupakan proses kritisi mendalam dan evaluasi terhadap penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya (Shuttleworth: 2009). Tujuan dari penelitian ini sebagai acuan dalam menganalisis jenis tanaman yang cepat dalam proses penyerapan logam berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) di air dengan menggunakan metode fitoremediasi. Tahapan penelitian yang dilakukan, sebagai berikut:

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan menjelaskan perlunya Tanaman membutuhkan penetralisiran air yang mengandung logam berat, menurut penelitian. Selain merupakan elemen alami yang sering mencemari lingkungan, besi (Fe) dan mangan (Mn) adalah bahan pencemar logam berat. Untuk menetralisir air yang mengandung besi dan mangan, metode fitoremediasi telah digunakan di berbagai lokasi. Salah satu metode bioremediasi yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk proses pemulihan logam berat adalah fitoremediasi. Fitoremediasi ini menggunakan teknologi hemat biaya, efisien, dan ramah lingkungan yang berbasis pada tumbuhan penumpukan logam untuk menghilangkan logam beracun, termasuk radio nuklida, serta polutan organik dari tanah dan air yang terkontaminasi (Raskin I dkk: 1997). Tumbuhan memainkan peran penting dalam menghilangkan kontaminan dari lingkungan dan mencapai efek detoksifikasinya; tiga teknik fitoremediasi utama adalah fitoetraksi, stabilisasi, dan volatilisasi. (Marques et al., 2009). Berikut tanaman yang dapat digunakan dalam menetralisirkan kandungan Fe dan Mn pada air berdasarkan penelitian sebelumnya, antara lain:

Tabel 2. Jenis Tanaman Fitoremediasi

Nama Peneliti	Jenis Tanaman	Waktu Penyerapan (Hari)	Perlakuan	Penurunan Kadar Fe dan Mn
Ali Aulia Ghozali , Lulu Alfatih Sohra, san Dewi Eviane	Mata Lele(*Lemna minor*)	24 dan 48 jam	2.50-5.00 gram	100 ppm
Novi Karyati1 , Mijani Rahman, dan Zairina Yasmi	Kangkung (*Ipomoea aquatic Forsk*)	-	1 kg	66,44%
Asri Fridtriyanda , Heru Dwiriawan	Ekor kucing (*Typha Angustifolia*)	2 hari	8,75 mg/l	80,55 %

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255

Sutoyo dan Dwi Herniti				
Firstananda Yustika , Rr. Dina Asrifah dan Dian Hudawan Santoso	Genjer (*Limnocharis flava*)	8 hari	123,72 mg/L	99,168%
Ratu Wulandari Permatasari Putri, Sri Pertiwi Estuningsih dan Juswardi	Mendong (*Fimbristylis globulosa Retz. Kunt*)	6 hari	1199,17 mg/	96%

Sumber : Hasil Literatur Review

Berdasarkan tabel jenis tanaman yang telah diteliti oleh peneliti terdahulu diatas dapat di lihat waktu yang dibutuhkan tanaman dalam menyerap kadar logam Fe dan Mn pada air.

1. **Pengelolaan air asam tambang Menggunakan tanaman Mata Lele (*Lemna minor*)** Pada Penelitian yang dilakukan oleh Ali Aulia Ghozali, Lulu Alfatih Sohra, dan Dewi Eviane pada tahun 2023 menunjukkan bahwa metode fitoremediasi menggunakan tanaman Mata Lele berhasil menghilangkan besi dan mangan dari lingkungan perairan sebesar 100 ppm dengan perlakuan 2.50–5.00 gram.
2. **Pengelolaan air asam tambang Menggunakan tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatic Forsk*)** Pada tahun 2019, Novi Karyati1, Mijani Rahman, dan Zairina Yasmi meneliti metode fitoremediasi dengan tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica Forsk*) untuk mengevaluasi pengaruh variasi waktu terhadap penyerapan besi dan mangan. Dengan menggunakan 1 kg mg/kg kangkung dicampur dengan air asam tambang, diperoleh penurunan konsentrasi sebesar 66,44%.
3. **Pengelolaan air asam tambang Menggunakan tanaman Ekor kucing (*Typha Angustifolia*)** Penelitian yang dilakukan oleh Asri Fridtriyanda, Heru Dwiriawan Sutoyo, dan Dwi Herniti pada tahun 2022 menemukan bahwa metode fitoremediasi yang menggunakan tanaman ekor kucing (*Typha Angustifolia*) memiliki tingkat keberhasilan 80,55 % dalam menghilangkan kadar besi dan mangan.
4. **Pengelolaan air asam tambang Menggunakan tanaman Genjer (*Limnocharis flava*)** Dalam penelitian Firstananda Yustika, Rr. Dina Asrifah dan Dian Hudawan Santoso menjelaskan bahwa tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) adalah tanaman yang cocok untuk digunakan dalam fitoremediasi. Dengan menggunakan tanaman ini, kadar logam akan turun 99,168% dengan perlakuan 123,72 mg/L Genjer yang mengandung besi dan mangan selama 8 hari.
5. **Pengelolaan air asam tambang Menggunakan tanaman Mendong (*Fimbristylis globulosa Retz. Kunt*)** Dalam penelitian Ratu Wulandari Permatasari Putri, Sri Pertiwi Estuningsih dan Juswardi menyatakan bahwa tanaman Mendong (*Fimbristylis globulosa Retz. Kunt*) adalah tanaman yang cocok untuk digunakan dalam fitoremediasi. Dengan merawat 1199,17 mg mendong, penggunaan tanaman ini akan mengurangi kadar logam Fe dan Mn sebesar 96%.

Berikut ini adalah tabel kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis tanaman dalam penyerapan logam merkuri di air.

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255

Tabel 3. Kelebihan dan Kekurangan dari Tanaman

Tanaman	Kelebihan	kekurangan
Kiambang (*Salvinia molesta*)	- Beberapa penelitian menunjukkan bahwa Kiambang memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat dari air, seperti timbal dan kadmium, yang merupakan kontaminan umum dalam air limbah - Tanaman ini juga dapat membantu mengurangi kandungan zat pencemar organik dalam air, seperti pestisida dan senyawa organik beracun lainnya.	- Sifat invasif Kiambang dapat menjadi masalah dalam konteks fitoremediasi. Pertumbuhannya yang cepat dapat menyebabkan penutupan permukaan air dengan sangat cepat, mengurangi efektivitas fitoremediasi dan merugikan ekosistem air yang ada. - tanaman Kiambang dapat menyebar ke habitat alami yang tidak diinginkan, menggantikan tanaman asli dan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem
Melati air (*Echinodorus palaefolius*)	- Tanaman ini juga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat, seperti besi, mangan, dan tembaga, membantu membersihkan air dari kontaminan tersebut. - Melati air dapat tumbuh di berbagai habitat air, termasuk perairan tawar, rawa, dan kolam, sehingga dapat digunakan dalam berbagai situasi fitoremediasi. - Dengan menyerap kontaminan dari air, Melati air dapat membantu meningkatkan kualitas air, memberikan manfaat positif pada ekosistem perairan.	Tanaman ini memiliki pertumbuhan yang relatif lambat dibandingkan dengan beberapa tanaman fitoremediasi lainnya. Ini dapat memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai efek yang signifikan
Great Duckweed (*Spirodela Polyrhiza*)	- Tanaman ini juga mampu menyerap logam berat seperti tembaga, seng, dan kadmium dari air, mengurangi kandungan logam berat yang dapat berbahaya. - Great Duckweed memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat, sehingga dapat memberikan dampak fitoremediasi yang relatif cepat dalam mengurangi kontaminan dalam air.	Meskipun baik dalam menangani nutrien dan logam berat, Great Duckweed mungkin tidak efektif dalam mengatasi beberapa jenis polutan tertentu, seperti zat kimia organik tertentu.
Daun apu (*pistia stratiotes)*	- Memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat - Tingkat absorbs atau penyerapan hara dan air yang besar	

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255

	- Mudah ditemukan, serta memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim	-
Eceng Gondok (Eichhornia crassipes	- Memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menetralisir kandungan Timbal - Eceng gondok memiliki tingkat efisiensi dalam menetralisir kandungan merkuri sebesar 80%	Pertumbuhan yang cepat menyebabkan perairan tertutup rapat sehingga mengurangi kadar oksigen dalam air

Sumber : Hasil Literatur Review

KESIMPULAN

Fitoremediasi adalah teknik yang digunakan untuk membantu atau menetralisir air yang mengandung merkuri. Salah satu metode bioremediasi yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk proses pemulihan logam berat adalah fitoremediasi. Fitoremediasi ini menggunakan teknologi yang hemat biaya, efisien, dan ramah lingkungan yang bergantung pada tumbuhan penumpukan logam untuk menghilangkan logam beracun (termasuk radionuklida) dan polutan organik dari tanah dan air yang terkontaminasi. Berdasarkan ulasan literatur, dapat disimpulkan bahwa beberapa tanaman membantu penyerapan air dari logam besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air. Beberapa tanaman mampu bertahan dalam kondisi air tercemar logam berat. Aplikasi tanaman tersebut pada air tercemar Fe dan Mn pun sangat mudah dilakukan. Berdasarkan dari 5 tanaman yang ditinjau dari penelitian sebelumnya, beberapa tanaman memiliki efek yang signifikan dan efisien dalam membantu penyerapan kandungan logam berat Fe dan Mn yang terdapat di air. Tanaman Mata Lele (*Lemna minor*) 100 ppm dan Genjer (*Limnocharis flava*) 99,168% merupakan tanaman yang cocok untuk penerapan metode fitoremediasi. Proses dalam penyerapan yang cepat, mudah di aplikasikan dan tanaman yang mudah ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, S., Abbas, Z., Rizwan, M., Zaheer, I.E., Yavas, I., Ünay, A., Abdel-Daim, M.M., Jumah, M., Hasanuzzaman, M., Kalderis, D., 2020. Application of floating aquatic plants in phytoremediation of heavy metals polluted water: a review. Sustain 12 (1927);

Carvalho, F.P., 2017. Mining industry and sustainable development: time for change. Food and Energy Security. 6. Wiley-Blackwell Publishing Ltd., pp. 61–77. https://doi.org/10. 1002/fes3.109 Issue 2;

Chai, W.S., Tan, W.G., Munawaroh, H.S.H., Gupta, V.K., Ho, S.H., Show, P.L., 2021. Multifaceted roles of microalgae in the application of wastewater biotreatment: a review. Environ. Pollut. 269, 116236;

Jacobs, J.A., Lehr, J.H., Testa, S.M. (Eds.), 2014. Acid Mine Drainage, Rock Drainage, And Acid Sulfate Soils: Causes, Assessment, Prediction, Prevention, And Remediation. John Wiley & Sons, Inc;

Jiang, S., Sun, J., Tong, G., Ding, H., Ouyang, J., Zhou, Q., Fu, Y., Zhong, M., 2022. Emerging disposal technologies of harmful phytoextraction biomass (HPB) containing heavy metals: a review. Chemosphere 290, 133266;

Kasmiani, Widodo, S. dan Bakri, H. (2018) "Analisis potensi air asam tambang pada batuan pengapit batubara di Salopuru berdasarkan karakteristik geokimia," *Jurnal Geomine*, 6(3), hal. 138–143;

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255

Liu, B., Wang, S., Wang, J., Zhang, X., Shen, Z., Shi, L., Chen, Y., 2020. The great potential for phytoremediation of abandoned tailings pond using ectomycorrhizal Pinus sylvestris. Sci. Total Environ. 719. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137475;

Marques, AP, Rangel, AO, Castro, PM, 2009. Remediasi logam berat tanah yang terkontaminasi: fitoremediasi sebagai teknologi pembersihan yang berpotensi menjanjikan. Kritik. Pdt. Lingkungan. Sains;

Muthusaravanan, S., Sivarajasekar, N., Vivek, J., Paramasivan, T., Naushad, M., Prakashmaran, J., Gayathri, V., Al-Duaij, O.K., 2018. Fitoremediasi logam berat: mekanisme, metode dan peningkatannya. Mengepung. kimia. Biarkan. 16 (4), 1339–1359. Mwegoha, W.J., 2008;

Ranskin, dkk. 1997. *Phytoremediation of Metals: Using Plants to Remove Pollutans from the Environment Current Opinion in Biotechnology.* Skotlandia: *University of Aberdeen;*

Shuttleworth. 2009. *What is a Literature Review? Retrieved from http:explorable.com/what-is-a-literature-review;*

Tangahu, B.V., Syekh Abdullah, S.R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., Mukhlisin, M., 2011. Kajian serapan logam berat (As, Pb, dan Hg) oleh tanaman melalui fitoremediasi. Int. J.kimia. bahasa Inggris 2011;

Wahyudin, I., Widodo, S. dan Nurwaskito, A. (2018) "Analisis penanganan air asam tambang batubara," Jurnal Geomine, 6(2), hal. 85–89;

Yunus, R. dan Prihatini, N. S. (2018) "Fitoremediasi Fe dan Mn air asam tambang batubara dengan eceng gondok (Eichornia crassipes) dan purun tikus (Eleocharis dulcis) pada sistem LBB di PT. JBG Kalimantan Selatan," Sainsmat : *Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(1), hal. 73 85;

Zhou, Q., Yang, N., Li, Y., Ren, B., Ding, X., Bian, H., Yao, X., 2020. Total concentrations and sources of heavy metal pollution in global river and lake water bodies from 1972 to 2017. Glob. Ecol. Conserv.

© 2023 The Authors
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN : 2986-5255