

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Biochar sekam padi terbukti mampu menurunkan kadar Hg dalam air lindi. Penurunan kadar Hg tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan dosis biochar 15 g dan waktu kontak 120 menit (T1), dengan efisiensi penurunan sebesar 48,65%. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu kontak 120 menit merupakan waktu yang paling efektif dalam menurunkan kadar Hg pada kondisi penelitian ini.
2. Kadar Hg hasil perlakuan adsorpsi telah memenuhi baku mutu air lindi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 59 Tahun 2016, yaitu sebesar 0.005 mg/L. Seluruh perlakuan menghasilkan konsentrasi akhir Hg di bawah nilai ambang batas tersebut, sehingga air lindi hasil perlakuan dinyatakan sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Parameter yang dianalisis hanya terbatas pada merkuri (Hg), sementara air lindi mengandung berbagai logam berat lain dan senyawa organik yang berpotensi memengaruhi proses adsorpsi. Selain itu, penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan sistem *batch* dengan variasi dosis biochar dan waktu kontak yang terbatas, sehingga hasil penelitian belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi pengolahan air lindi pada skala lapangan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengembangkan dan memverifikasi hasil penelitian ini agar pemanfaatan biochar sekam padi sebagai adsorben Hg dapat diaplikasikan secara lebih luas, efektif, dan berkelanjutan. Sehubungan dengan hal tersebut, saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan variasi parameter proses adsorpsi, seperti dosis biochar dan waktu kontak yang lebih beragam atau lebih difokuskan di sekitar kondisi optimum, guna memperoleh efisiensi penurunan Hg yang lebih maksimal serta memahami karakteristik adsorpsi biochar sekam padi secara lebih mendalam.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan terkait karakterisasi biochar sekam padi serta penerapannya pada skala yang lebih besar, baik melalui analisis sifat fisik dan kimia biochar maupun uji aplikasi pada skala pilot atau lapangan, sehingga pemanfaatan biochar sekam padi sebagai adsorben dalam pengolahan air lindi dapat diaplikasikan secara nyata dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2016 tentang rencana aksi nasional pengendalian dampak kesehatan akibat pajanan merkuri tahun 2016–2020*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 tentang pengelolaan sampah spesifik*. Pemerintah Republik Indonesia.
- Abrauw, A. E. S. (2019). *Studi Operasional Pengelolaan Limbah Cair Lindi (Leachate) Pada TPA Control Landfill Koya Koso*. Jurnal Dinamis, 1(12), 1-10.
- Ali, M. (2011). *Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan*.
- Ambaye, T. G., Vaccari, M., van Hullebusch, E. D., Amrane, A., & Rtimi, S. (2020). *Mechanisms and adsorption capacities of biochar for the removal of organic and inorganic pollutants from industrial wastewater*. International Journal of Environmental Science and Technology, 17(3), 3273-3294. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-03060-w>.
- Bath, D. S., Siregar, J. M., & Lubis, M. T. (2012). *Penggunaan Tanah Bentonit Sebagai Adsorben Logam Cu*. Jurnal Teknik Kimia USU, 1(1), 1-4.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *Diktat Kuliah TL-3104 Pengelolaan Sampah*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Fadhillah, A. S., Febrian, M. D., Prakoso, M. C., Rahmaniah, M., Putri, S. D., & Nurlaela, R. S. (2024). *Sistem Pengambilan Contoh Dalam Metode Penelitian*. Karimah Tauhid, 3(6), 7228-7236.

- Fahrudin, Sarjan, M., Kusnarta, I. G. M., & Suwardji. (2025). *Potensi Pemanfaatan Biochar Dalam Remediasi Lahan Bekas Tambang di Nusa Tenggara Barat Ditinjau Dari Prespektif Epistemologi*. *Journal of Soil Quality and Management*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.29303/jsqm.v3i1>.
- Farhan, M. (2024). *Pengaruh Mikroplastik Pada Air Permukaan Di Permukiman Dan Di Luar Permukiman Pengepul Sampah Di TPA Talang Gulo Kota Jambi [Tugas Akhir]*. Universitas Batanghari.
- Hakim, B. A. (2011). *Studi Awal Potensi Limbah Cair Sampah (Lindi) Sebagai Sumber Energi Alternatif Biogas Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Keputih Surabaya*.
- Halim, A., Romadon, J., & Achyar, M. Y. (2021). *Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Penyerap Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Limbah*. *Jurnal SEOI*, 3(2), 66-74.
- Herlambang, S., Purwono, A. Z. B. S., Gomareuzzaman, M., & Wibowo, A. W. A. (2020). *Buku Ajar Biochar Salah Satu Alternatif Untuk Perbaikan Lahan Dan Lingkungan*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Herlandien, Y. L. (2013). *Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Absorban Logam Berat Dalam Air Lindi Di TPA Pakusari Jember [Skripsi]*. Universitas Jember.
- Kasman, M., Hadrah, Riyanti, A., Raudhati, E., & Handayani, L. (2023). *Pengaruh Variasi Dosis, Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan terhadap Adsorpsi Merkuri dengan Menggunakan Adsorben dari Lumpur IPA PDAM*.
- Khumaidi, M. Z. (2017). *Adsorpsi Kalsium Menggunakan Karbon Aktif Ampas Tebu Dengan Variasi Konsentrasi Awal Kalsium Dan Massa Karbon Aktif [Skripsi]*. Universitas Brawijaya.
- Kristianingsih, Y. (2018). *Bahaya Merkuri Pada Masyarakat Dipertambangan Emas Skala Kecil (PESK) Lebaksitu*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 10(1), 32-38.
- Larasati, A. I., Susanawati, L. D., & Suharto, B. (2015). *Efektivitas Adsorpsi Logam Berat Pada Air Lindi Menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit, Dan Silika Gel Di TPA Tlekung, Batu*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.

- Liu, Z., Sun, Y., Xu, X., Qu, J., & Qu, B. (2020). Adsorption of Hg(II) in an aqueous solution by activated carbon prepared from rice husk using KOH activation. *ACS Omega*, 5, 29231–29242
- Mohammed, H., Salifu, M., Duwiejuah, A. B., & Payne, J. (2023). Activation of rice husk biochar using microwave lemon juice-citric acid for lead and mercury adsorption from aqueous phase. *Environment and Ecology Research*, 11(5), 792-803. <https://doi.org/10.13189/eer.2023.110509>
- Mustaqiman, A. N., Wirosodarmo, R., Suharto, B., Ilham, A., & Suwito, H. (2021). *Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Tongkol Jagung Terhadap Penurunan Logam Fe*.
- Nurhasni, Hendrawati, & Saniyyah, N. (2014). *Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah*.
- Nurida, N. L. (2014). *Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia*.
- Nyamful, A., Kusi, S., Agbodemegbe, V., & Debrah, S. (2019). Removal of Pb and Hg from polluted water using rice husk and its tartaric acid modified form as adsorbents. *Academia Journal of Environmental Science*, 7(5), 53-61.
- Okoro, H. K., Alao, S. M., Pandey, S., Jimoh, I., Basheeru, K. A., Caliphs, Z., & Ngila, J. C. (2022). *Recent potential application of rice husk as an eco-friendly adsorbent for removal of heavy metals*. *Applied Water Science*, 12(11), Article 232. <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01778-1>.
- Prayogo, B. A., & Sudarmaji. (2008). *Hubungan Pencemaran Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Benowo Dengan Kadar Merkuri (Hg) Pada Ikan Hasil Tambak Dan Kesehatan Konsumennya*.
- Purwitasari, D. G., Tussania, R., & Fathoni, R. (2022). *Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) Pada Kadmium Sulfat (CdSO₄) Menggunakan Batang Pohon Pisang Sebagai Adsorben*. *Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman*.
- Rahma, L., Jumaidi, & Barkatullah. (2025). *Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Merah Kecamatan Lampihong Kabupaten Balangan*.
- Rahmawati. (2018). *Teknik Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Berbasis Komunitas*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 40-46.

- Rizwan, M., Murtaza, G., Zulfiqar, F., Moosa, A., Iqbal, R., Ahmed, Z., Khan, I., Siddique, K. H. M., Leng, L., & Li, H. (2024). *Tuning active sites on biochars for remediation of mercury-contaminated soil: A comprehensive review*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 115916. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115916>.
- Sari, E. W., Widiarti, I. W., Utami, A., Irawan, A. B., & Wicaksono, A. P. (2023). *Karakteristik Air Lindi Instalasi Pengolahan Air Sampah (IPAS) 3 di Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI.
- Sarwono, E., Azis, W. A., & Widarti, B. N. (2017). *Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Terhadap Kadar BOD, COD, Dan TSS Pada Pengolahan Lindi TPA Bukit Pinang Samarinda Menggunakan Sistem Aerasi Bertingkat Dan Sedimentasi*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(2), 20-26.
- Sasmita, A., Elystia, S., & Fajri, S. M. (2021). *Penyisihan Logam Berat Pb Pada Tanah Dengan Penambahan Biochar Sekam Padi*.
- Silmi, A., Panjaitan, B., & Kurniawan, D. (2023). *Pelatihan Pengelolaan Sampah Dengan Metode Komposting Di Kelurahan Bintaro Kecamatan Pesanggrahan - Jakarta Selatan*. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat SINERGI*, 5(1), 55-65.
- Simbolon, L. A., Widarti, B. N., & Sarwono, E. (2022). *Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bioadsorben Untuk Penurunan Konsentrasi Besi (Fe) Dan Kromium (Cr) Air Lindi Dengan Variasi Waktu Kontak Dan Kecepatan Pengadukan Menggunakan Sistem Batch*.
- Subarkkah, M. J., & Titah, H. S. (2023). *Remediasi Logam Berat Pb dengan Menggunakan Biochar Sekam Padi dan Tongkol Jagung*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 12(1), F48-F53.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif*.
- Syahputri, A. Z., Fallenia, F. D., & Syafitri, R. (2023). *Kerangka Berfikir Penelitian Kuantitatif*. *Tarbiyah: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*.
- Umasugi, A., Pattykayhattu, E. B., Karyani, M. S., & Jakfar, A. (2023). *Penggunaan Saringan Sebagai Alat Untuk Membantu Mengurangi Kadar*

Merkuri Yang Tercemar Di Desa Debowae Kecamatan Waelata Kabupaten Buru Provinsi Maluku. Journal Mechanical Engineering, 1(3), 186-194.

Yuniwati, E. D., & Hakim, E. A. (2023). *Modifikasi Biochar Dengan Belerang Dapat Membantu Mengurangi Mobilitas Merkuri Dan Meningkatkan Stabilisasi Kesehatan Tanah. Seminar Keinsinyuran.*

Zulfania, F., Aribadin, Fathoni, R., & Nur, A. M. (2022). *Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Zn Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (Zea Mays). Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman.*