Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ) eISSN: 3024-8140
Volume 4, Issue November, 2026 pp. 1706-1712 http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/index

Pemanfaatan biosorben limbah pertanian: Solusi berkelanjutan dalam pengurangan pencemaran logam berat dan peningkatan kesehatan lingkungan

Fina Izzatillah
Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: finaizza0912@gmail.com

Kata Kunci:
Biosorben, limbah pertanian, logam berat, adsorpsi, lingkungan

Keywords:
Biosorbents, agricultural waste, heavy metals, adsorption, environment

A B S T R A K

Artikel ini merupakan kajian literatur yang membahas pemanfaatan biosorben dari limbah pertanian dalam mengurangi pencemaran logam berat serta dampaknya terhadap kesehatan lingkungan. Metode yang digunakan adalah studi pustaka dari berbagai jurnal ilmiah terkait. Hasil kajian menunjukkan bahwa limbah pertanian seperti batang jagung, sekam padi, dan tempurung kelapa memiliki potensi tinggi sebagai biosorben karena kandungan lignoselulosa yang berperan dalam proses adsorpsi. Modifikasi kimia maupun fisika terbukti meningkatkan efisiensi penyerapan logam berat. Selain itu, penggunaan biosorben berbasis limbah juga mendukung konsep ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pemanfaatan biosorben dari limbah pertanian juga berpotensi mengurangi jumlah limbah organik yang terbuang ke lingkungan serta meningkatkan nilai guna limbah menjadi produk yang lebih bermanfaat. Selain itu, penerapan biosorben dapat membantu menekan risiko pencemaran air dan tanah yang disebabkan oleh aktivitas industri maupun rumah tangga sehingga memberikan dampak positif terhadap kualitas kesehatan masyarakat secara umum. Kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah berbasis bahan alami yang berkelanjutan.

A B S T R A C T

This article is literature review discussing the use of biosorbents derived from agricultural waste to reduce heavy metal pollution and its impact on environmental health. The method used is a review of various scientific journals. The results show that agricultural wastes such as corn stalks, rice husks, and coconut shells have high potential as biosorbents due to their lignocellulosic content, which plays a role in adsorption efficiency. In addition, the use of wasted-based biosorbents supports environmentally friendly and sustainable approaches. The utilization of biosorbents derived from agricultural waste also has the potential of reduce the amount of organic waste disposed into the environment and increase the value of waste into more useful products. In addition, the application of biosorbents can help minimize the risk of water and soil pollution caused by industrial and household activities, thereby providing positive impacts on overall public health quality. The study is expected to serve as a reference for the development of sustainable natural-based waste treatment technologies.

Pendahuluan

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu permasalahan global yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri dan aktivitas manusia. Salah satu jenis pencemaran yang paling berbahaya adalah pencemaran logam berat, karena sifatnya yang tidak mudah terurai dan dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Logam berat seperti timbal (Pb), cadmium (Cd), dan merkuri (Hg) diketahui memiliki efek toksik

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license.
Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

terhadap organisme hidup, termasuk manusia. Paparan jangka panjang terhadap logam berat dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, seperti kerusakan organ, gangguan saraf, hingga kanker.Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengatasi pencemaran logam berat, seperti koagulasi, filtrasi, pertukaran ion, dan adsorpsi. Di antara metode tersebut, adsorpsi dianggap sebagai salah satu metode yang paling efektif karena prosesnya sederhana, efisien, dan tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi. Namun, penggunaan adsorben komersial seperti karbon aktif masih memiliki keterbatasan karena harganya yang relatif mahal.

Sebagai alternatif, biosorben dari limbah pertanian mulai banyak dikembangkan karena memiliki keunggulan berupa ketersediaan melimpah, biaya rendah, dan ramah lingkungan. Limbah pertanian seperti batang jagung, sekam padi, dan tempurung kelapa mengandung senyawa lignoselulosa yang memiliki gugus fungsi aktif, seperti hidroksil dan karboksil, yang mampu mengikat ion logam berat. Selain itu, pemanfaatan limbah ini juga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat penumpukan limbah organik.Dalam konteks kesehatan lingkungan, pengelolaan limbah yang baik sangat penting untuk menjaga kualitas air, tanah, dan udara. Lingkungan yang tercemar dapat menjadi sumber penyakit dan menurunkan kualitas hidup masyarakat. Oleh karena itu, penggunaan biosorben dari limbah pertanian tidak hanya berperan dalam pengolahan limbah, tetapi juga dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Pengembangan biosorben berbasis limbah pertanian saat ini semakin banyak dikaji karena dinilai mampu menjadi solusi alternatif dalam pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan. Selain memiliki biaya produksi yang relatif rendah, biosorben juga mudah diperoleh dan tersedia dalam jumlah melimpah di Indonesia. Kajian literatur mengenai biosorben penting dilakukan untuk mengetahui potensi, efektivitas, serta peluang pengembangannya dalam pengolahan limbah logam berat. Dengan adanya kajian ini, diharapkan pemanfaatan limbah pertanian sebagai biosorben dapat terus dikembangkan sebagai bagian dari upaya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Pembahasan

Konsep Biosorben dan Mekanisme Adsorpsi

Biosorben merupakan bahan alami yang digunakan untuk menyerap zat pencemar, terutama logam berat, dari lingkungan. Biosorben biasanya berasal dari biomassa yang mengandung senyawa aktif seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Senyawa-senyawa ini memiliki gugus fungsi yang mampu berinteraksi dengan ion logam melalui mekanisme fisika maupun kimia.Proses adsorpsi terjadi ketika molekul atau ion dari suatu zat (adsorbat) menempel pada permukaan bahan penyerap (adsorben). Mekanisme ini dapat berlangsung melalui gaya Van der Waals, ikatan ionik, atau interaksi kimia lainnya. Dalam biosorben, gugus hidroksil dan karboksil berperan penting dalam mengikat logam berat, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan.

Keunggulan biosorben dibandingkan adsorben sintetis terletak pada sifatnya yang biodegradable, tidak beracun, serta mudah diperoleh. Selain itu, biosorben juga dapat

diregenerasi dan digunakan kembali dalam beberapa siklus, sehingga lebih ekonomis dan berkelanjutan.

Pengembangan Teknologi Biosorben dalam Pengolahan Limbah

Perkembangan teknologi pengolahan limbah mendorong penggunaan bahan alami yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Biosorben dari limbah pertanian menjadi salah satu alternatif yang banyak dikembangkan karena memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup baik terhadap logam berat. Selain mudah diperoleh, biosorben juga dapat diproduksi dengan proses yang relatif sederhana sehingga lebih terjangkau dibandingkan adsorben sintetis. Penggunaan biosorben dalam pengolahan limbah juga dapat dikombinasikan dengan metode lain seperti filtrasi dan sedimentasi agar proses penurunan pencemar menjadi lebih optimal.

Jenis Limbah Pertanian sebagai Biosorben

Limbah pertanian memiliki potensi besar sebagai bahan baku biosorben karena kandungan lignoselulosa yang tinggi. Beberapa jenis limbah pertanian yang umum digunakan antara lain:

Batang Jagung

Batang jagung merupakan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia. Kandungan selulosa yang tinggi menjadikannya bahan yang efektif dalam proses adsorpsi. Selain itu, batang jagung juga mudah dimodifikasi untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya.

Sekam Padi

Sekam padi mengandung silika dan lignin yang tinggi, sehingga memiliki struktur yang stabil dan mampu menyerap logam berat dengan baik. Sekam padi juga memiliki luas permukaan yang cukup besar, sehingga meningkatkan efisiensi adsorpsi.

Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa sering digunakan sebagai bahan baku karbon aktif karena memiliki struktur pori yang baik. Setelah melalui proses aktivasi, tempurung kelapa dapat menjadi adsorben yang sangat efektif dalam menyerap logam berat.

Kulit Jagung

Kulit Jagung juga memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi dan dapat digunakan sebagai biosorben alami. Penelitian menunjukkan bahwa kulit jagung mampu menyerap logam berat dengan efisien yang cukup baik setelah dimodifikasi. Pemanfaatan limbah pertanian ini tidak hanya membantu mengurangi pencemaran, tetapi juga memberikan nilai tambahan pada limbah yang sebelumnya tidak dimanfaatkan.

Potensi Pengembangan Biosorben di Indonesia

Indonesia memiliki limbah pertanian yang melimpah seperti sekam padi, batang jagung, dan tempurung kelapa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai biosorben. Pemanfaatan limbah tersebut tidak hanya membantu mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai guna limbah menjadi produk yang lebih

bermanfaat. Selain itu, pengembangan biosorben berbasis sumber daya lokal dapat membuka peluang inovasi teknologi yang lebih sederhana dan mudah diterapkan oleh masyarakat.

Pengaruh Modifikasi terhadap Kinerja Biosorben

Modifikasi biosorben merupakan langkah penting untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi. Modifikasi dapat dilakukan secara fisika, seperti pemanasan atau karbonisasi, maupun secara kimia, seperti penambahan asam atau basa.Modifikasi kimia bertujuan untuk meningkatkan jumlah gugus fungsi aktif pada permukaan biosorben. Misalnya, penggunaan asam nitrat atau asam sitrat dapat meningkatkan jumlah gugus karboksil, sehingga meningkatkan kemampuan biosorben dalam mengikat ion logam. Selain itu, perlakuan basa seperti NaOH dapat menghilangkan lignin dan hemiselulosa, sehingga meningkatkan aksesibilitas selulosa sebagai situs aktif.Hasil kajian menunjukkan bahwa biosorben yang dimodifikasi memiliki efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan biosorben alami. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi merupakan faktor penting dalam meningkatkan performa biosorben.

Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Biosorben

Efektivitas biosorben dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ukuran partikel, luas permukaan, pH larutan, waktu kontak, dan konsentrasi logam berat. Biosorben dengan luas permukaan yang lebih besar cenderung memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik. Selain itu, semakin lama waktu kontak antara biosorben dan larutan logam, maka proses penyerapan juga semakin optimal hingga mencapai titik jenuh.

Efektivitas Biosorben terhadap Penurunan Logam Berat

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa biosorben dari limbah pertanian mampu menurunkan kadar logam berat secara signifikan. Tempurung kelapa memiliki struktur pori yang baik, sedangkan sekam padi mengandung silika yang mendukung proses adsorpsi. Modifikasi menggunakan bahan kimia seperti NaOH atau asam sitrat juga terbukti meningkatkan jumlah gugus aktif sehingga efisien penyerapan logam berat menjadi lebih tinggi.

Peran Biosorben dalam Kesehatan Lingkungan

Penggunaan biosorben dari limbah pertanian memiliki dampak positif terhadap kesehatan lingkungan. Limbah industri yang mengandung logam berat dapat mencemari sumber air dan tanah, sehingga membahayakan kesehatan manusia. Dengan menggunakan biosorben, kandungan logam berat dalam limbah dapat dikurangi secara signifikan.Selain itu, pemanfaatan limbah pertanian sebagai biosorben juga mendukung konsep ekonomi sirkular, yaitu pemanfaatan kembali limbah menjadi produk yang bermanfaat. Hal ini dapat mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.Lingkungan yang bersih dan sehat sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit. Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang efektif melalui penggunaan biosorben dapat berkontribusi dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat.Pemanfaatan biosorben dari limbah pertanian juga berpotensi mengurangi jumlah limbah organik yang terbuang ke lingkungan serta meningkatkan nilai guna limbah menjadi produk yang lebih bermanfaat. Selain itu,

penerapan biosorben dapat membantu menekan risiko pencemaran air dan tanah yang disebabkan oleh aktivitas industri maupun rumah tangga sehingga memberikan dampak positif terhadap kualitas kesehatan masyarakat secara umum.

Implikasi Sosial dan Keberlanjutan

Selain manfaat lingkungan, penggunaan biosorben juga memiliki implikasi sosial yang positif. Pemanfaatan limbah pertanian dapat membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat, terutama di daerah pedesaan. Limbah yang sebelumnya tidak bernilai dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi.Selain itu, penggunaan biosorben juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan. Edukasi mengenai pengelolaan limbah dan pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan sangat penting untuk menciptakan masyarakat yang peduli terhadap lingkungan.Dalam jangka panjang, pengembangan biosorben dari limbah pertanian dapat menjadi bagian dari strategi pembangunan berkelanjutan, yang mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Peran Masyarakat dalam Pemanfaatan Biosorben

Pemanfaatan biosorben memerlukan dukungan masyarakat melalui peningkatan kesadaran terhadap pengelolaan limbah dan lingkungan. Edukasi mengenai pemanfaatan limbah pertanian sebagai biosorben dapat membantu masyarakat memahami bahwa limbah organik masih memiliki nilai guna dan potensi ekonomi. Selain itu, dukungan pemerintah dalam bentuk pelatihan dan pengembangan teknologi juga diperlukan agar penggunaan biosorben dapat diterapkan secara lebih luas.

Hubungan Biosorben dengan Konsep *Green Technology*

Pemanfaatan biosorben dari limbah pertanian sejalan dengan *konsep green* technology karena menggunakan bahan alami yang lebih ramah lingkungan. Selain membantu mengurangi pencemaran logam berat, penggunaan biosorben juga menekan jumlah limbah pertanian yang dibuang atau dibakar. Dengan demikian, biosorben dapat menjadi salah satu solusi pengelolaan limbah yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

Prospek Pengembangan Biosorben di Masa Depan

Pengembangan biosorben memiliki prospek yang cukup baik karena kebutuhan teknologi pengolahan limbah yang murah dan ramah lingkungan terus meningkat. Penelitian di masa depan diharapkan dapat mengembangkan biosorben dengan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi serta dapat digunakan berulang kali tanpa mengurangi efektivitasnya. Dengan dukungan penelitian dan teknologi, biosorben dari limbah pertanian berpotensi menjadi alternatif utama dalam pengolahan limbah berkelanjutan.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil kajian literatur, limbah pertanian memiliki potensi yang sangat besar sebagai biosorben dalam pengolahan limbah logam berat karena kandungan lignoselulosa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang mampu mengikat ion logam

melalui proses adsorpsi. Bahan seperti batang jagung, sekam padi, tempurung kelapa, dan kulit jagung terbukti efektif digunakan sebagai adsorben alami, terlebih setelah dilakukan modifikasi secara fisika maupun kimia yang dapat meningkatkan luas permukaan dan jumlah situs aktif sehingga efisiensi penyerapan menjadi lebih optimal. Selain itu, penggunaan biosorben dari limbah pertanian juga memberikan keuntungan berupa biaya yang lebih rendah, ketersediaan bahan yang melimpah, serta sifat ramah lingkungan sehingga mendukung konsep pengelolaan limbah berkelanjutan dan peningkatan kualitas kesehatan lingkungan. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat mengembangkan kajian secara eksperimental untuk menguji efektivitas biosorben dalam kondisi nyata serta mengeksplorasi metode modifikasi yang lebih inovatif guna meningkatkan kinerja dan daya guna biosorben. Selain itu, diperlukan dukungan dari pemerintah dan peningkatan kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan limbah pertanian sebagai solusi alternatif pengolahan limbah, sehingga penerapannya dapat dilakukan secara lebih luas dan memberikan manfaat yang berkelanjutan. Pengembangan biosorben berbasis limbah pertanian juga diharapkan dapat mendukung penerapan *green technology* dalam pengelolaan lingkungan serta mendorong terciptanya sistem pengolahan limbah yang lebih efektif, ekonomis, dan berkelanjutan di masa depan.

Daftar Pustaka

Khotimah, D. T. H., & Slam, Z. (2024). Pentingnya kesadaran masyarakat dalam menjaga dan menaati aturan yang ada di lingkungan. Civic Society Research and Education, 5(1), 35–40. Https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/JPKn/article/view/1270/1105. (n.d.).

Kurniawan, D. (2024). Kajian literatur biosorben limbah pertanian dalam mengurangi limbah logam pada lingkungan. *Jurnal TechLINK, 8*(1), 8–17. https://ojs-teknik.usni.ac.id/index.php/jtnk/article/view/653/505

Nasution, N. H., Irfandi, A., NNPS, R. I., Adiningsih, R., Purnawinadi, I. G., Argaheni, N. B., & Purba, I. G. (2021). *Kesehatan dan pengelolaan lingkungan.* Yayasan Kita Menulis. https://repository.unar.ac.id/jspui/handle/123456789/5676

Nurshanti, D. F., Ogari, P. A., Al Hadad, M., Astuti, E. Y., Sera, B., & Lorenza, D. (2025). Pemanfaatan limbah batang jagung sebagai pupuk organik di Desa Kungkilan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi dan Perubahan,* 5(5), 27–34. https://jurnal.penerbitwidina.com/index.php/JPMWidina/article/view/1949

Putri, N. M. C. R., Asmara, I. W. S., & Sudiadnyana, I. W. (2018). Tinjauan keadaan sanitasi pasar di Pasar Umum Kusamba Desa Kusamba Kecamatan Dawan Kabupaten Klungkung Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan, 8*(2), 70–77. https://ejournal.poltekkes-denpasar.ac.id/index.php/JKL/article/view/493

Rahmi, R. (2017). Pemanfaatan adsorben alami (biosorben) dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb). *Jurnal PBiotik,* 5(1). https://www.jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/2162

Royana, I., Kurniawan, R., Yulianti, E., Mahmudah, R. (2016). Pemanfaatan biosorben batang jagung teraktivasi asam nitrat dan asam sulfat untuk penurunan angka peroksida-asam lemak bebas minyak goreng bekas. *ALCHEMY: Journal of Chemistry, 5*(1), 10–18. https://repository.uin-malang.ac.id/5040/

Sasmitaloka, K. S. (2017). Produksi asam sitrat oleh *Aspergillus niger* pada kultivasi media cair. *Jurnal Integrasi Proses,* 6(3), 116–122. https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip/article/view/1747

Sedayu, A. (2024). Identifikasi kebutuhan fasilitas bank sampah untuk menunjang kesehatan lingkungan dan kewirausahaan. *Unri Conference: Community Engagement, 6*, 523–529. https://repository.uin-malang.ac.id/23995/

Yulianti, E., Mahmudah, R., Ma'rifah, A., & Azmiyani, U. (2019). Adsorpsi logam Ni dan Cu pada limbah cair laboratorium kimia menggunakan biosorben batang jagung termodifikasi asam sitrat. *ALCHEMY: Journal of Chemistry, 7*(1), 13–19. https://repository.uin-malang.ac.id/5030/