



Sintesis Karbon Aktif dari Akar dan Rimpang Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*) Sebagai Biosorben Merkuri (Hg) pada Limbah Tambang

Qalifa Mashita Baga^a, Suleman Duengo^b, Wiwin Rewini Kunusa^c, Astin Lukum^d, Akram La Kilo^e

^{abcde} *Jurusan Kimia, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia*

ARTICLE INFO

Sejarah artikel:

Diterima: 21 April 2026

Disetujui: 17 Mei 2026

Dipublish: 30 Juni 2026

Keywords:

Lidah Mertua, Merkuri, biosorben, karbon aktif, adsorpsi.

Corresponding author:

Qalifa Mashita Baga

Email:

qalifamashitabaga321@gmail.com

How to cite this article:

Baga, Q. M., Duengo, S., Kunusa, W. R., Lukum, A., Kilo, A. L. (2026). Sintesis Karbon Aktif dari Akar dan Rimpang Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*) Sebagai Biosorben Merkuri (Hg) pada Limbah Tambang. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 5(1), 104-113 <https://doi.org/10.37905/jage.v5i1.39091>

ABSTRACT

Mercury (Hg) pollution caused by small-scale gold mining activities poses a serious environmental threat due to its toxic nature, tendency to accumulate, and ability to contaminate water and soil. This study aims to analyse the chemical and morphological characteristics of activated carbon derived from the roots and rhizomes of the snake plant (*Sansevieria trifasciata*) as a biosorbent, to determine its adsorption capacity in reducing mercury levels in gold mine tailings, and to investigate the influence of biosorbent mass and contact time on adsorption capacity. SEM characterisation results showed that activated carbon had more open pores than unactivated carbon. FT-IR analysis identified the presence of active functional groups, namely -OH, C=C, C-H and C-O, which play a role in the adsorption of mercury ions. The moisture content test yielded a result of 9.2639%, which meets the SNI 06-3730-1995 standard, while the ash content was found to be 17.5682%. Analysis using an atomic absorption spectrophotometer (AAS) showed that the initial mercury concentration in the tailing waste was 0.0263 mg/L and could be reduced to 0.0132 mg/L with 1 g of biosorbent, 0.0045 mg/L with 3 g, and 0 mg/L with 5 g of biosorbent after 360 minutes of contact time.

1. PENGANTAR

Pencemaran merkuri (Hg) termasuk dalam isu toksikologi global yang krusial, terutama yang berasal dari aktivitas Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK). Merkuri (Hg) yang terlepas ke lingkungan dapat menjadi *bioavailable* (tersedia secara hayati), terutama dalam kondisi asam, sehingga memungkinkan tanaman pangan menyerap merkuri (Hg). Akibatnya merkuri (Hg) memberikan dampak yang berbahaya pada tanaman pangan dan menciptakan rantai yang berbahaya ke rantai makanan manusia (Yahaya dkk., 2022). Badan Pendaftaran Zat Beracun dan Penyakit Amerika Serikat menyebutkan bahwa merkuri (Hg) merupakan polutan yang menduduki urutan ketiga paling berbahaya (Elwaleed dkk., 2024).

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2022) terdapat 29 provinsi yang ada di Indonesia berkontribusi 70% atau sebanyak 345,5 ton merkuri (Hg) per tahun emisi ion logam merkuri (Hg) dengan pengerjaan berupa amalgamasi seluruh bijih (*whole-ore amalgamation*) dan pembakaran terbuka (*open-pit burning*). Pada penelitian Yoga dkk (2022) menyebutkan pertambangan emas skala kecil selama ini dianggap sebagai sumber pencemaran merkuri (Hg) terbesar di Indonesia. Banyak penelitian telah melaporkan dampak berbahaya dari merkuri (Hg) yang terjadi di banyak Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) di Indonesia.

Salah satu provinsi di Indonesia yang masih terdapat pertambangan emas skala kecil (PESK) atau yang dikenal dengan pertambangan emas rakyat yaitu berada di Provinsi Gorontalo. Pertambangan emas rakyat di Provinsi Gorontalo tersebar di beberapa wilayah diantaranya

Kabupaten Bone Bolango, Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo, Kabupaten Pohuwato dan Kabupaten Gorontalo Utara (Arifin, 2021). Khususnya di Kabupaten Gorontalo Utara masih banyak pertambangan emas skala kecil (PESK), salah satunya yang berada di Desa Kikia, Kecamatan Sumalata. Penambangan emas rakyat merupakan pekerjaan yang berkembang cukup pesat dan menjadi sumber utama dalam mata pencarian masyarakat lokal. Pertambangan emas di Desa Kikia masih dilakukan secara tradisional atau dengan cara proses amalgamasi, hal tersebut memungkinkan merkuri (Hg) mengalir ke lingkungan pada proses pencucian dan penggarangan. Limbah hasil pencucian yang mengandung merkuri (Hg) ini pada umumnya terbuang langsung ke perairan.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa permasalahan lingkungan akibat pencemaran merkuri (Hg) disebabkan oleh belum optimalnya dalam kegiatan teknologi pengolahan limbah dalam kegiatan pertambangan tersebut, disamping itu keterbatasan teknologi dan biaya menjadi penghambat utama penerapan sistem pengolahan limbah. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan limbah merkuri efektif, ekonomis serta ramah lingkungan. Penanganan pencemaran residu merkuri yang akan dilakukan ialah akar dan rimpang dari tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) yang mengandung senyawa lignin yang berpotensi untuk mengikat merkuri (Hg) melalui mekanisme adsorpsi (Gupta dkk., 2021).

Salah satu upaya untuk menangani pencemaran yang disebabkan oleh merkuri (Hg) adalah dengan menggunakan biosorben yang berasal dari tumbuhan. Bagian yang digunakan untuk permasalahan ini adalah bahan alami yang berasal dari tumbuhan, seperti lidah mertua (*S. trifasciata*). Menurut studi, akar dari tanaman lidah mertua memiliki potensi besar sebagai biosorben dan mengandung senyawa aktif karena struktur akar yang berserat membantu meningkatkan luas permukaan pada pori-pori (Nugrahini dkk., 2025). Akan tetapi, penelitian tentang penggunaan bagian tanaman lidah mertua (*S. trifasciata*) khususnya bagian akar dan rimpang sebagai biosorben logam berat masih terbatas. Penyerapan merkuri (Hg) telah dilakukan Elvitriana dkk., (2022), menggunakan daun lidah mertua (*S. trifasciata*) yang telah diaktivasi dengan HCl bisa menyerap ion logam merkuri (Hg^{2+}) dengan baik. Pada proses aktivasi pori-pori biosorben diperoleh hasil sebagai berikut: kadar air (2%), kadar abu (9,9%), daya serap iodin 1259,14 mg/g, dan kadar karbon (89%). Menurut SNI. 06-3730-1995, biosorben yang memenuhi persyaratan sebagai karbon aktif ternyata memiliki efisiensi sebesar 99,6% untuk ion logam merkuri (Hg^{2+}) biosorben tertinggi, yang dicapai dalam waktu 6 hari dengan menggunakan biosorben 4 gram.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental Laboratorium bertempat di Laboratorium Universitas Negeri Gorontalo, Laboratorium PSG (pusat survei geologi) untuk analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*), Laboratorium Kimia Universitas Hasanudin untuk analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), UPT Balai Laboratorium Kesehatan Gorontalo untuk analisis AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dengan waktu penelitian yang akan dilakukan selama ± 2 bulan.

A. Alat dan Bahan

1) Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini peralatan gelas kimia, gelas ukur, erlemeyer, cawan porselen, aluminium foil, kertas saring, ayakan mesh, pipet tetes, pH meter, neraca analitik, desikator, magnetic stirrer, tanur, oven, dan instrumen SEM, FTIR, AAS.

2) Bahan

Penelitian ini menggunakan akar dan rimpang lidah mertua (*S. trifasciata*) yang didapatkan dari pekarangan masyarakat di Kabupaten Bolang Mongondow Selatan dan sampel limbah tailing tambang emas di Kecamatan Sumalata, Kabupaten Gorontalo Utara. Bahan-bahan kimia yang akan digunakan berupa larutan; Akuades, dan KOH (untuk pengaturan pH dan aktivasi) yang diperoleh dari Laboratorium Kimia.

B. Metode

1. Preparasi Biosorben Akar dan Rimpang Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Pada proses awal yang akan dilakukan yaitu preparasi biosorben. Akar dan rimpang lidah mertua (*S. trifasciata*) dibersihkan terlebih dahulu, lalu dipotong tipis-tipis. Kemudian dimasukkan didalam oven dengan suhu 60°C hingga kering. Selanjutnya yaitu proses karbonisasi dilakukan pada suhu 400°C selama 5 menit. Setelahnya sampel dihaluskan dengan ukuran 50 mesh, dan menghasilkan serbuk halus akar dan rimpang lidah mertua (*S. trifasciata*) (Elvitriana. dkk., 2022).

2. Aktivasi Biosorben Akar dan Rimpang Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Biosorben yang telah menjadi serbuk akan diaktivasi dengan menggunakan KOH 5 M selama 24 jam. Setelah diaktivasi selama 24 jam, biosorben yang telah diaktivasi dicuci menggunakan aquadest hingga biosorben mencapai pH netral. Selanjutnya, biosorben dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam. Biosorben yang dihasilkan dianalisis karakteristik dengan metode kadar air dan kadar abu. Pengujian gugus fungsi biosorben akan dianalisis menggunakan instrumen FTIR, sedangkan untuk melihat pori-pori biosorben sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan instrumen SEM. Sehingga mendapatkan hasil interpretasi data karakteristik biosorben. Berikut ini diagram aktivasi biosorben.

3. Menentukan Kadar Air pada Biosorben

Dalam menganalisis kadar air, cawan petri dibersihkan dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 30 menit hingga kering. Setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang hingga mendapatkan berat massa yang konstan. Selanjutnya satu gram bubuk karbon aktif dari akar dan rimpang lidah mertua ditambahkan dan dicampur ke dalam cawan petri yang telah ditimbang. Sampel yang berada di cawan petri dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-110°C selama beberapa menit hingga beratnya konstan, kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama lima belas menit lalu ditimbang. Proses ini dilakukan hingga beratnya konstan (Ischak dkk., 2021).

4. Menentukan Kadar Abu pada Biosorben

Pada tahap menganalisis kadar abu, cawan petri terlebih dahulu dicuci hingga bersih dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110 °C selama 30 menit, kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga konstan. Kemudian, satu gram bubuk karbon aktif dari akar dan rimpang lidah mertua ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan Petri, yang beratnya sebelum pembakaran sudah diketahui. Cawan yang berisi sampel dipanaskan dalam tungku pada suhu 500 °C selama 3 jam. Setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Proses ini diulangi hingga beratnya tetap konstan (Ischak dkk., 2021).

5. Teknik Pengambilan Sampel Limbah Tailing Tambang Emas

Tahap persiapan sampel tailing, mengambil sampel sebanyak 400 ml tailing di lokasi kolam penampungan lalu disimpan pada botol plastik yang telah dilapisi tas plastik warna hitam. Sampel air limbah diambil sesuai dengan SNI 8995 – 2021.

6. Aplikasi Biosorben terhadap limbah tailing tambang Emas

Berikut ini adanya tahapan aplikasi biosorben pada limbah tailing tambang emas;

a. Proses Adsorpsi Logam Merkuri (Hg)

Proses penyerapan merkuri (Hg) pada sampel limbah, menggunakan biosorben teraktivasi sebanyak 1, 3 dan 5 gr biosorben dimasukkan masing-masing ke dalam 100 ml limbah kemudian dihomogenkan menggunakan *stirrer* selama 2, 4 dan 6 jam dengan kecepatan 1250 RPM.

b. Menganalisis Kapasitas Adsorpsi Logam Merkuri (Hg) Dari Biosorben Akar dan Rimpang Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Tahapan terakhirnya yaitu limbah tailing tambang emas dianalisis menggunakan AAS untuk mengetahui jumlah merkuri (Hg) yang terserap oleh biosorben akar dan rimpang lidah mertua (*S. trifasciata*). Data tersebut menghasilkan perbandingan data kuantitatif konsentrasi merkuri (Hg) yang sebelum terserap dan sesudah terserap oleh biosorben dengan menggunakan instrument AAS. Berikut diagram alir prosedur kerja menganalisis konsentrasi ion logam merkuri (Hg^{2+}) pada limbah tailing tambang emas yang telah dilakukan proses adsorpsi oleh biosorben akar dan rimpang lidah mertua (*S. trifasciata*).

3. HASIL DAN DISKUSI

A. Preparasi Biosorben Akar dan Rimpang Lidah Mertua (*S. trifasciata*)

Senyawa selulosa yang terdapat di alam biasanya berbentuk lignoselulosa, yang terkandung pada tanaman Lidah Mertua (*S. trifasciata*). Senyawa selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif, hal tersebut dikarenakan Selulosa memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi anion dan kation dalam air yang tercemar (Imani dkk., 2021)

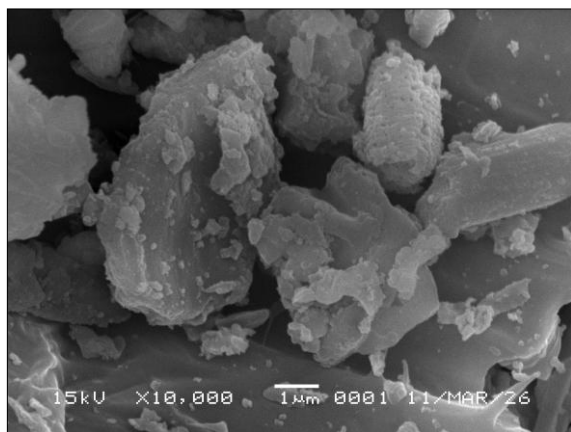
Pada tahap awal dalam penelitian ini, terhadap akar dan rimpang dari tanaman lidah mertua dipisahkan dari daunnya dan dibersihkan. Kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari langsung dan dilanjutkan di oven pada suhu 40°C hingga kering sempurna, didapat 200 gram serbuk dari akar dan rimpang lidah mertua. Tahapan pengeringan pada biosorben karbonisasi dan aktivasi dilakukan untuk mengurangi kadar air pada biomassa akar tanaman lidah mertua, agar tidak menghambat proses karbonisasi dan menurunkan efektivitas pembentukan pori pada karbon aktif (Chairunnisa dkk., 2021). Adapun hal lain ununtuk mengoptimalkan penghilangan kadar air yang terkandung pada biosorben (Lestari dkk., 2025). Setelah itu dilakukan proses karbonisasi selam 5 menit pada suhu 400°C. Karbon aktif yang telah dihasilkan, lalu diayak dengan menggunakan ayakan 50 mesh.

Selanjutnya karbon aktif diaktivasi dengan aktivator KOH 5 M selama 24 jam. Karbon aktif yang telah diaktivasi dicuci dengan aquadest hingga pH 7. Hal tersebut dilakukan untuk menghilangkan kontaminan (Ibraheem dkk., 2026). Kemudian di oven dengan suhu 50°C selama 6 jam, dan didapat berat akhir dari karbon aktif akar dan rimpang lidah mertua sebanyak 50 gram . Karbon aktif yang dihasilkan dilakukan uji kadar air dan uji kadar abu dengan mengikuti prosedur sesuai SNI No. 06-3730-1995.

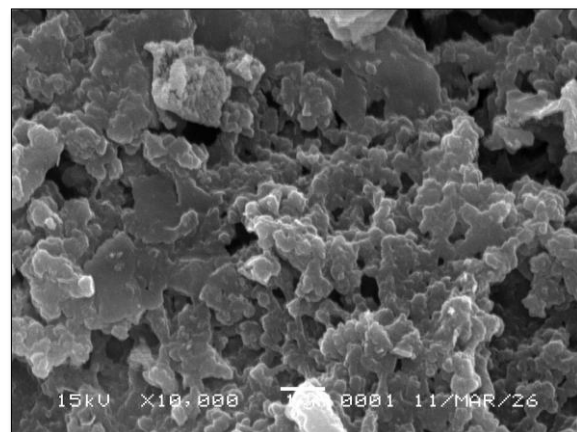
Hasil dari biosorben yang telah dikarbonisasi dan aktivasi dikarakterisasi morfologi pada permukaan biosorben menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Adapun serapan spesifik dari gugus fungsi yang dimiliki biosorben dikarakterisasi menggunakan instrumen FT-IR (*fourier transform infrared*).

B. SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Karakterisasi SEM bertujuan untuk mengidentifikasi morfologi pada permukaan karbon aktif sebelum diaktivasi dan sesudah diaktivasi menggunakan KOH 5 M. Pengujian SEM dilakukan dengan pembesaran 10.000×. Berikut ini terdapat gambar hasil pengujian SEM.



(a) Sebelum Aktivasi



(b) Setelah Aktivasi

Gambar 1. mikrograf karbon aktif

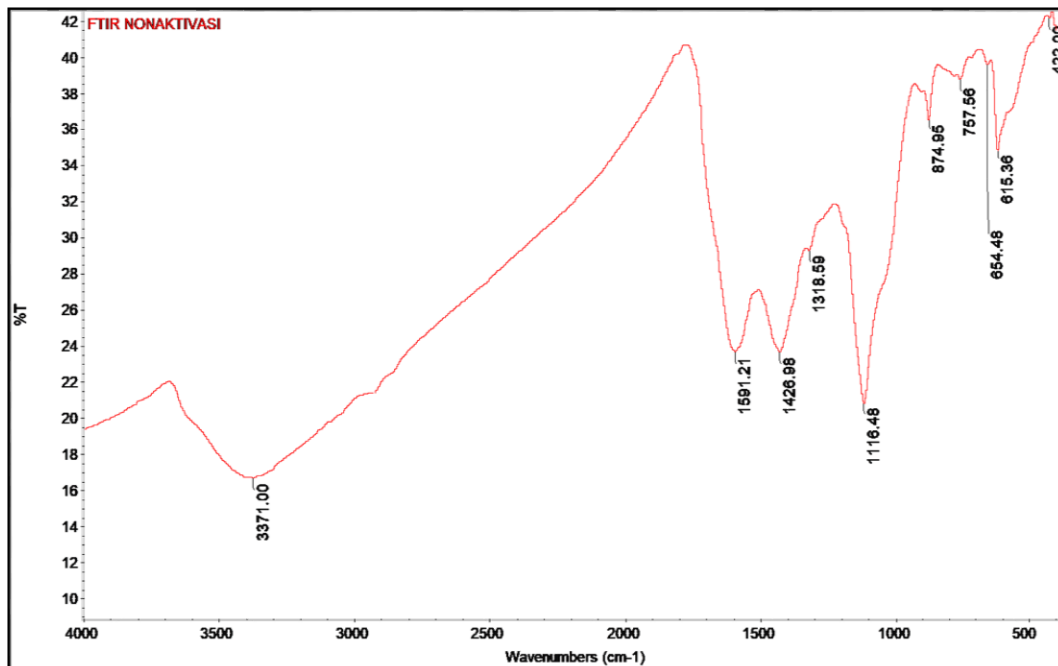
Pada gambar (a) menunjukkan adanya perubahan dari struktur pori-pori karbon aktif sebelum diaktivasi berbentuk tidak beraturan, relatif padat dan cenderung tertutup. Partikelnya terlihat berukuran cukup besar dengan permukaan yang masih kasar namun minim pori-pori terbuka. Hal tersebut dikarenakan masih adanya pengotor seperti tar, mineral dan zat volatil yang menutupi permukaan karbon sehingga menghambat pembentukan pori. Hal ini didukung oleh penelitian Tu dkk (2021) menunjukkan pada karbon aktif yang tidak teraktivasi menunjukkan pori-pori karbon masih padat dan minim pori.

Sedangkan pada gambar (b) yaitu pada karbon aktif setelah diaktivasi dengan aktivator KOH 5 M. Ukuran partikel yang lebih kecil dapat meningkatkan kepadatan pengisian adsorben, sehingga meningkatkan luas permukaan keseluruhan yang tersedia untuk adsorpsi (Tarigan dkk., 2025). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Jia dkk., 2023) karbon tar yang diaktivasi dengan aktivator KOH memiliki struktur pori-pori yang lebih banyak dibandingkan dengan sebelum diaktivasi memiliki morfologi yang berlapis.

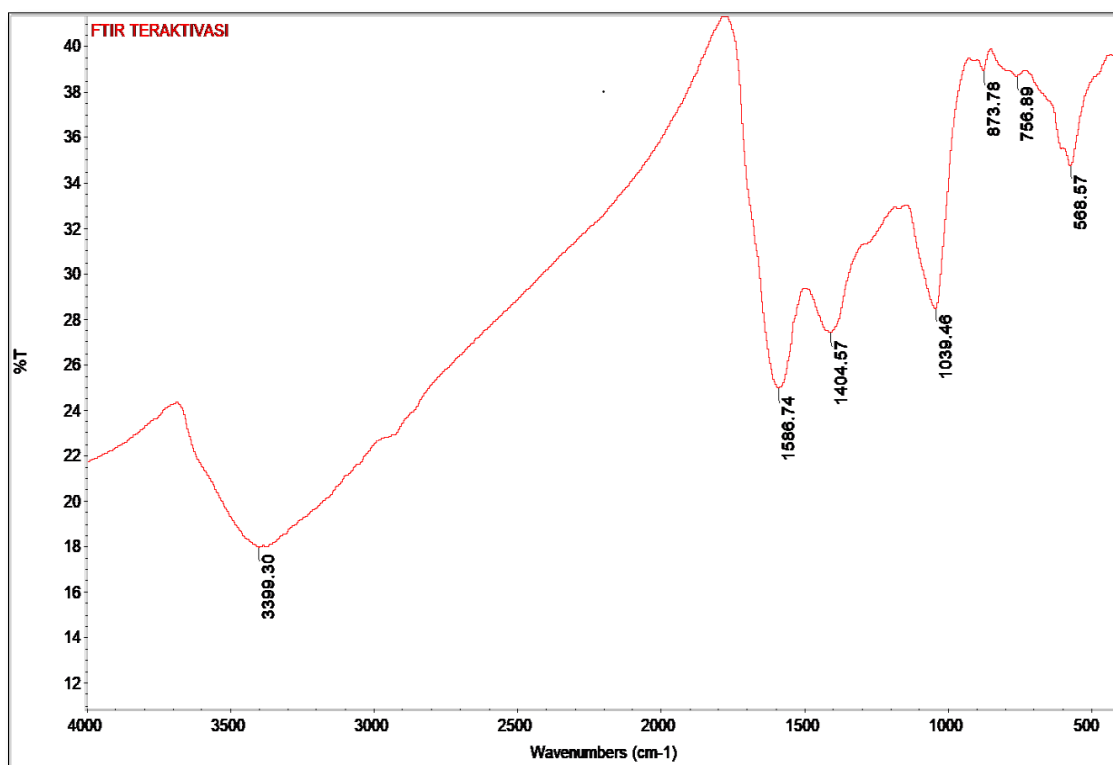
C. FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Karakterisasi menggunakan FT-IR adalah tahapan analisis kualitatif yang menggunakan spektrum yang dihasilkan untuk mengidentifikasi gelombang gugus fungsi dalam suatu senyawa. Gelombang spesifik dari suatu gugus fungsi kemudian dibandingkan dengan bilangan gelombang dalam spektrum penyerapan IR teoretis yang khas bagi gugus fungsi yang menyusun selulosa (Bhernama dkk., 2023). Berikut ini spektrum hasil analisis FT-IR dari biosorben sebelum diaktivasi dan setelah diaktivasi dengan KOH.

Berdasarkan (Gambar 2) spektrum FT-IR adanya puncak yang lebar pada serapan gelombang $3371,00\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya vibrasi *stretching* gugus fungsi O-H (alkohol dan fenolik). Hal tersebut dikarenakan alkohol dan fenolik berasal dari senyawa organik yang berada di akar dan rimpang lidah mertua yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin (Tetra dkk., 2024). Serapan gelombang pada $1426,98\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya gugus C-H yang berikatan dengan O-H (hidroksil) pada senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin (Yulis & Febliza, 2023). Puncak ini terjadi akibat renggangnya ikatan hidrogen dan gugus hidroksil (OH) pada struktur selulosa. Ikatan ini terdiri dari atom hidrogen dari satu gugus hidroksil monomer glukosa dan atom oksigen dari gugus hidroksil lain dari monomer glukosa dalam polimer selulosa paralel (Kusumawati & Haryadi, 2021). Pada serapan gelombang $1591,21\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus C=C (aromatik), adanya cincin aromatik menandakan adanya lignin. Dan pada serapan pada gelombang $1116,48\text{ cm}^{-1}$ terdapat adanya gugus fungsi C-O (karbonil).



Gambar 2. Spektrum sebelum diaktivasi



Gambar 3. Spektrum FT-IR biosorbent sesudah diaktivasi

Berdasarkan spektrum FT-IR (Gambar 4.2) dapat diidentifikasi gugus fungsi spesifik yang menandakan adanya selulosa. Pada daerah serapan bilangan gelombang $3399,30\text{ cm}^{-1}$ adalah gugus fungsi hidroksi (-OH) memiliki puncak yang lebar. Terdapat pula serapan pada daerah bilangan gelombang $1586,74\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya gugus C=C memiliki puncak yang tajam dan kuat. Serapan pada bilangan gelombang $1404,57\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi C-H (alifatik) memiliki puncak yang tajam, serta daerah serapan pada gelombang $1039,46\text{ cm}^{-1}$ ialah gugus fungsi C-O berasal dari gugus eter atau alkohol memiliki puncak yang tajam.

Setelah aktivasi dengan aktivator KOH 5 M, adanya gugus oksigen OH dan C-O dapat muncul sebagai hasil dari reaksi antara KOH dengan permukaan karbon aktif. Hal ini menyebabkan pembentukan pori-pori baru dan peningkatan kandungan gugus fungsi polar pada permukaan. Dampak tersebut yaitu meningkatkan luas permukaan dan sifat elektrokimia karbon aktif, membuat material ini lebih baik untuk adsorpsi pada ion merkuri (Ulia Uliana dkk., 2026).

Dapat disimpulkan terdapat adanya penurunan intensitas puncak bahkan hilangnya beberapa puncak serapan pada IR sesudah diaktivasi. Hal ini menunjukkan adanya proses penguraian senyawa organik dan penghilangan pengotor (volatil) pada proses aktivasi menggunakan aktivator KOH. Akan tetapi, terdapat gugus-gugus fungsi berupa gugus -OH, C=C, C-H dan C-O menjadikan akar dan rimpang dari tanaman lidah mertua memiliki kemampuan menjadi biosorben. Hal ini mendukung yang diungkapkan oleh (Yulis & Febliza, 2023) bahwa gugus-gugus berupa -OH, C=C, C-H dan C-O yang terdapat pada biosorben lain diantaranya kulit pisang memiliki kemampuan menjadi biosorben.

D. Kadar Air

Pengujian kadar air berguna untuk mengetahui jumlah air yang terkandung di dalam karbon aktif dan mengetahui sifat higroskopis karbon aktif. Hasil kadar air pada penelitian ini sebesar 9,2639%. Persentase tersebut sudah memenuhi nilai SNI 06-3730-1995 dengan nilai persentase maksimal 15 %. Menurut penelitian Imani dkk (2021), apabila air yang terperangkap dalam rongga menyebabkan karbon aktif dapat menutup pori-pori sehingga mempengaruhi pada kualitas karbon aktif. Maka dari itu dapat dikatakan bahwa semakin kecil kadar airnya semakin baik pula kualitas karbon aktif.

E. Kadar Abu

Pada pengujian kadar abu, persentase berguna untuk mengidentifikasi kandungan oksida logam mungkin masih terdapat pada karbon aktif. Oksida logam tersebut terdiri dari silikon, sulfur, kalsium, maupun logam lain yang jumlahnya kecil (Muhajir dkk., 2021). Persentase kadar abu yang didapat pada penelitian ini yaitu sebesar 17,5682 %. Menurut (Muhajir dkk., 2021) hal tersebut dikarenakan masih adanya abu yang berupa oksida-oksida logam yang terdiri mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Ketidaksiuaian ini kemungkinan dipengaruhi oleh adanya perbedaan dari biosorben, terutama pada luas permukaan biosorben dan gugus fungsi aktif setelah dilakukannya aktivasi.

Pada penelitian Nurrahman dkk (2021) menyatakan bahwa konsentrasi aktivator tidak dapat menyebabkan kenaikan kadar abu atau sebaliknya, akan tetapi menghasilkan karbon aktif dengan nilai kadar abu yang berubah-ubah secara tidak menentu. Kadar abu ialah hasil sisa dari pembakaran yang sudah tidak mempunyai atom karbon dan nilai kalor. Presentase kadar abu menentukan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran pada mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa konsentrasi dan jenis aktivator tidak mempengaruhi presentase kadar abu.

Adapun juga penelitian menurut Zazira dkk (2024) menyebutkan bahwa semakin lama waktu aktivasi, maka semakin besar pula kadar abu dalam bahan aktif. Jenis aktivator juga tidak memiliki pengaruh terhadap jumlah kandungan air dan tingkat abu dalam karbon aktif. Dengan demikian, perbedaan tersebut tidak mengurangi validitas hasil penelitian ini, melainkan menunjukkan adanya pengaruh tertentu.

F. Pengambilan Sampel Limbah Tailing Tambang Emas

Lokasi pengambilan air limbah tailing tambang di pertambangan emas skala kecil di Desa Kikia, Kecamatan Sumalata, Kabupaten Gorontalo Utara. Pengambilan air limbah tailing tambang menggunakan SNI 8995 – 2021. Pada hasil analisis awal, terdapat 0,0263 mg/1 ion logam merkuri (Hg) pada air limbah tailing tambang. Kadar tersebut masih dibawah batas baku mutu perairan yang telah ditetapkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan lingkungan hidup (Margaretta D dkk., 2022) .

G. Analisis Hasil Adsorpsi

1. Proses Adsorpsi Biosorbent Pada Air Limbah

Pada tahap ini biosorben dicampurkan dengan air limbah dengan 3 variasi diantaranya sebanyak 1 , 3 dan 5 gr biosorben dimasukkan masing-masing ke dalam 100 ml. Proses homogen ini menggunakan stirer selama 120, 240 dan 360 menit.

2. Analisis Hasil Adsorpsi

Berikut ini tabel hasil analisis kadar ion logam merkuri yang telah dilakukan adsorpsi menggunakan biosorben akar dan rimpang lidah mertua.

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Merkuri

Massa Biosorben	Waktu Kontak	Hasil Analisis
1 gram	120 menit	0,0132 mg/1
3 gram	240 menit	0,0045 mg/1
5 gram	360 menit	0

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis kadar merkuri (Hg) 5 gram biosorben dapat menghilangkan merkuri (Hg) pada air limbah tambang dengan kadar awal air limbah sebelum adsorpsi mencapai 0,0263 mg/1. Dengan waktu 6 jam atau 360 menit dan diaktivasi dengan larutan KOH 5 M. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang diteliti oleh Elvitriana, dkk (2022) yang telah didapatkan hasil yang optimal diperoleh sebesar 0,0006 mg/1 pada massa biosorben 4 gram dengan waktu kontak selama 6 hari. Perbedaan hasil tersebut diduga disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi penelitian, seperti waktu kontak, jenis aktivator yang dipakai dan penyebab lainnya.

Pada proses adsorpsi senyawa lignoselulosa terhadap ion logam merkuri menurut penelitian Hanifah dkk (2024) ion logam merkuri pada karbon dapat diadsorpsi karena terdapat adanya gugus fungsi yang bermuatan negatif. Gugus fungsi yang berperan adalah gugus karbonil, hidroksil, dan amina. Unsur O (Oksigen) dan N (Nitrogen) yang bermuatan negatif akan menarik ion logam merkuri yang bermuatan positif, sehingga ion logam merkuri (Hg^{2+}) akan tertarik pada biosorben dan teradsorpsi pada permukaan dan pori-pori. Karena terdapat gugus fungsi pembentuk struktur selulosa yaitu C-H alifatik dan -OH. Selulosa punya Situs aktif berperan besar dalam mengadsorpsi senyawa kationik. Kation seperti ion logam merkuri (Hg^{2+}) akan terserap jika bersentuhan langsung dengan karbon aktif sehingga menimbulkan terjadi adsorpsi pada ion logam merkuri (Hg^{2+}). Hal tersebut mendukung pernyataan dari Karnwal (2024) gugus fungsi lignoselulosa akan terjadi pertukaran ion logam merkuri (Hg^{2+}) dengan gugus aktif karboksil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa akar dan rimpang lidah mertua (*S. trifasciata*) memiliki potensi signifikan sebagai prekursor karbon aktif berkualitas tinggi dalam mengurangi pencemaran logam berat dalam penelitian ini ion logam merkuri (Hg). Melalui proses karbonisasi dan aktivasi kimia menggunakan KOH 5 M, struktur lignoselulosa pada material ini mengalami transformasi morfologi yang krusial, di mana pembentukan pori-pori baru dan aktivasi gugus fungsi permukaan seperti hidroksil dan karbonil terbukti secara empiris meningkatkan afinitas biosorben terhadap ion logam merkuri. Instrumen lingkungan ini tercermin pada kemampuannya dalam mereduksi polutan secara total pada limbah tailing pertambangan emas, dengan efisiensi penyerapan mencapai 100% pada kondisi operasional tertentu.

Pada adsorpsi ini secara fundamental dipengaruhi oleh interaksi antara massa adsorben dan durasi kontak; peningkatan massa biosorben hingga 5 gram dan optimalisasi waktu kontak selama 360 menit menyediakan luas permukaan spesifik serta situs aktif yang memadai untuk menjerat ion logam secara maksimal. Dengan demikian, pemanfaatan limbah biomassa lidah mertua tidak hanya menawarkan solusi teknis yang efektif dalam pengelolaan limbah beracun, tetapi juga merepresentasikan pendekatan teknologi bersih yang berkelanjutan dan berbasis sumber daya alam lokal.

5. REFERENSI

- Arifin, Y. (2021). *Geowisata, Solusi Pencemaran Lingkungan Pertambangan Emas Rakyat (Studi Kasus Desa Tulabolo Gorontalo)*. Ideas Publishing.
- Chairunnisa, Takata, N., Thu, K., Miyazaki, T., Nakabayashi, K., & Miyawaki, J. (2021). Camphor leaf-derived activated carbon prepared by conventional physical activation and its water adsorption profile. *Carbon Letters*, 31(4), 737–748. <https://doi.org/10.1007/s42823-020-00204-3>
- Elvitriana, E., Kasturi, K., Murni, H., & Suhendrayatna, S. (2022). Penyerapan Ion Logam Merkuri Hg(II) oleh Biosorben dari Daun Lidah Mertua (*Sansivieria* sp.). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 3837–3842. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4926>
- Elwaleed, A., Jeong, H. H., Abdelbagi, A. H., Quynh, N. T., Agusa, T., Ishibashi, Y., & Arizono, K. (2024). Human Health Risk Assessment from Mercury-Contaminated Soil and Water in Abu Hamad Mining Market, Sudan. *Toxics*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/toxics12020112>
- Gupta, A., Sharma, V., Sharma, K., Kumar, V., Choudhary, S., Mankotia, P., Kumar, B., Mishra, H., Moullick, A., Ekielski, A., & Mishra, P. K. (2021). A review of adsorbents for heavy metal decontamination: Growing approach to wastewater treatment. Dalam *Materials* (Vol. 14, Nomor 16). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma14164702>
- Hanifah, T. A., Anita, S., Kartika, G. F., & Romauli. (2024). Biosorben Arang Buah Jabon Putih (*Anthocephalus Cadamba* Miq.) Untuk Menjerap Ion Logam Merkuri (Ii) Dalam Air. *Jurnal*

- Senpling* *Multidisiplin* *Indonesia*, 2(2), 49–55.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52364/senpling.v2i2.20>
- Ibraheem, K. A., Ahmed, I., Abdulmalik, F. O., & Idris, N. (2026). *Effect of treatment on the production and characterization of activated carbon from soya bean husk*. 10(1), 23–27.
<https://doi.org/10.15406/mseij.2026.10.00264>
- Imani, A., Sukwika, T., & Febrina, L. (2021). *KARBON AKTIF AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN PENURUN KADAR BESI DAN MANGAN LIMBAH AIR ASAM TAMBANG*. 13(1). <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.1.33-42>
- Ischak, N. I., Fazriani, D., & Botutihe, D. N. (2021). Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Kulit Kacang Tanah (*Arachys hypogaea* L.) Sebagai Adsorben Ion Logam Besi. *Jamb.J.Chem*, 3(1), 27–36.
- Jia, J., Sun, Y., Liu, Z., Liu, Z., Huo, L., Kang, K., Zhao, Y., Zhao, L., Xie, T., Cao, M., & Yao, Z. (2023). Waste bio-tar based N-doped porous carbon for supercapacitors under dual activation: performance, mechanism, and assessment. *Biochar*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s42773-023-00293-z>
- Karnwal, A. (2024). Unveiling the promise of biosorption for heavy metal removal from water sources. *Desalination and Water Treatment*, 319, 100523.
<https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100523>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). *National Action Plan for ASGM Indonesia*.
- Kusumawati, E., & Haryadi. (2021). EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI SERAT SELULOSA DARI TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Fluida*, 14, 1–7.
- Lestari, I., Permana, E., Shalsa, D., & Hidayat, B. (2025). Pembuatan dan Karakterisasi Selulosa Dari Limbah Kulit Buah Nanas (*Ananas Comosus* L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Remazol Yellow. *Jamb.J.Chem*, 7(1), 45–57.
- Margaretta D, R., Pasaribu, S. P., & Panggabean, A. (2022). *ANALISIS KADAR MERKURI (Hg) DALAM AIR SUNGAI MENGGUNAKAN METODE COLD VAPOR-ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (CV-AAS)*. 74–78.
- Muhajir, A., Machdar, I., & Mariana, M. (2021). Produksi karbon aktif arang tempurung kelapa menggunakan kombinasi metode aktivasi secara kimia dan steam tekanan rendah. *Jurnal Litbang Industri*, 11(2), 110. <https://doi.org/10.24960/jli.v11i2.7104.110-116>
- Nugrahini, N. I. P., Yunisa, T. R., Susanto, N. S., Chomsy, I. N., & Auzan, A. (2025). Evaluation of Snake Plant (*Sansevieria trifasciata*) Extracts as Lead Biosorbents: Maceration vs Microwave-Assisted Extraction. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 14(5), 967–975. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.079>
- Nurrahman, A., Permana, E., Gusti, D. R., & Lestari, I. (2021). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Batubara Lignit. *Jurnal Daur Lingkungan*, 4(2), 44. <https://doi.org/10.33087/daurling.v4i2.86>
- Tarigan, E. R., Frida, E., Humaidi, S., & Susilawati. (2025). Adsorption Mechanism of Heavy Metals Using Activated Carbon Derived from *Hydrilla Verticillata*. *Trends in Sciences*, 22(1). <https://doi.org/10.48048/tis.2025.8732>

- Tetra, O. N., Syukri, S., Santoni, A., Deswati, D., Fajarandi, N., & Emriadi, E. (2024). Sintesis Karbon Aktif Dari Batang Jagung(*Zea mays* L.) dengan Metoda Dehidrasi Asam Untuk Aplikasi Elektroda Superkapasitor. *Jurnal Fisika Unand*, 13(6), 834–842. <https://doi.org/10.25077/jfu.13.6.834-842.2024>
- Tu, W., Liu, Y., Xie, Z., Chen, M., Ma, L., Du, G., & Zhu, M. (2021). A novel activation-hydrochar via hydrothermal carbonization and KOH activation of sewage sludge and coconut shell for biomass wastes: Preparation, characterization and adsorption properties. *Journal of Colloid and Interface Science*, 593, 390–407. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2021.02.133>
- Ulia Uliana, S., Armynah, B., & Mokiman Kala, E. (2026). Sintesis dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Daun Pisang Nangka (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Material Elektroda Superkapasitor Synthesis and Characterization of Activated Carbon from Jackfruit Banana (*Musa paradisiaca* L.) Leaves as Supercapacitor Electrode Material. Dalam *Accreditation Starting on* (Vol. 27, Nomor 1).
- Yahaya, I., Amoh, A. M., Mends, E. A., & Amankwah, R. K. (2022). Biosorption of Mercury by Selected Plants-a Preliminary Study. *Ghana Mining Journal*, 22(2), 32–36. <https://doi.org/10.4314/gm.v22i2.5>
- Yoga, G. P., Sari, A. A., Nurhati, I. S., Yustiawati, Andreas, & Hindarti, D. (2022). Mercury Contamination on Aquatic Organisms in related to Artisanal Small-scale Gold Mining Activity in Indonesia: A Mini Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1062(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1062/1/012023>
- Yulis, P. A. & R., & Febliza, S. (2023). Pembuatan dan Karakterisasi BPAC (Banana Peels Activated Carbon) Sebagai Biosorben Logam Raksa (Hg) dengan Aktivator HCl. *Jurnal Riset Kimia*, 14(2), 118–130. <https://doi.org/10.25077/jrk.v14i2.596>
- Zazira, A. Z., Fachraniah, & Ridwan. (2024). PENGARUH JENIS AKTIVATOR TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON AKTIF BERBAHAN AMPAS TEBU. *Jurnal Teknologi*, 24(1), 9–15.