



Pengaruh Variasi Absorben Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*), Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccanus*), Kayu Bidara (*Ziziphus Mauritiana*) Terhadap Karakteristik Air Limbah Bermerkuri

*The Effect of Variations in Absorbents from Coconut Shell (*Cocos Nucifera*), Candlenut Shell (*Aleurites Moluccanus*), and Bidara Wood (*Ziziphus Mauritiana*) on the Characteristics of Mercury-Contaminated Wastewater*

Arif Munawir^{1*}, Shafwan Amrullah²

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian Universitas Teknologi Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*Co-author: Munawirarif@gmail.com

Article History:

Received : 03-03-2025
Revised : 03-06-2025
Accepted : 16-07-2025
Online : 18-07-2025

Keywords:

Mining;
Absorbent ;
Mercury Waste ;
Adsorption;

Kata Kunci:

Pertambangan;
Absorben;
Limbah Merkuri;
Adsorpsi;



Abstract: *Illegal Gold Mining in several areas of West Nusa Tenggara, particularly in Sumbawa, has had negative impacts on the environment, such as natural damage and environmental pollution, including water contamination with mercury. This study aims to determine the effect of variations in absorbents from coconut shell, candlenut shell, and bidara wood on the physical and chemical characteristics of mining wastewater. The method used in this research is experimental, involving testing with filtration equipment. This study employs three treatments (absorbent variations) and three repetitions for each treatment. The results indicate that the use of activated carbon from coconut shell, candlenut shell, and bidara wood can affect the color, TDS, pH, and mercury content in mining wastewater. Among the three variations of activated carbon, the treatment with bidara wood activated carbon proved to be the most effective in clarifying water color with a score of 1.4 (very clear), reducing TDS by 3570 ppm, improving pH to 7.63, and decreasing mercury content in the water to 1.39 µg/L.*

Abstrak: *Pertambangan Emas Tanpa Izin di beberapa daerah di Nusa Tenggara Barat, khususnya di Sumbawa, telah menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti kerusakan alam serta pencemaran lingkungan, salah satunya pencemaran air yang mengandung zat merkuri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi absorben tempurung kelapa, cangkang kemiri, dan kayu bidara terhadap karakteristik fisik dan kimia air limbah pertambangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian menggunakan alat filtrasi. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan (variasi absorben) dan 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif dari tempurung kelapa, cangkang kemiri, dan kayu bidara dapat mempengaruhi warna, TDS, pH, dan kadar merkuri dalam air limbah pertambangan. Di antara ketiga variasi arang aktif, perlakuan dengan arang aktif kayu bidara terbukti paling efektif dalam menjernihkan warna air dengan skor 1,4 (sangat jernih), mengurangi TDS sebanyak 3570 ppm, memperbaiki pH dengan nilai pH 7,63 serta mengurangi kandungan merkuri pada air menjadi 1,39 µg/L*



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Seiring Seiring berkembangnya aktivitas penambangan emas yang dilakukan secara ilegal atau PETI (Penambangan Emas Tanpa Izin) di beberapa daerah di NTB, khususnya di Sumbawa, membawa dampak buruk pada lingkungan seperti menyebabkan kerusakan alam serta mengakibatkan pencemaran bagi lingkungan. Selain berdampak buruk pada lingkungan, pertambangan ilegal juga dapat membawa dampak buruk bagi sosial. PETI dimulai dari penambang tradisional, yang kemudian berkembang karena beberapa alasan, seperti kemiskinan, kurangnya lapangan kerja dan peluang usaha, keterlibatan orang-orang yang berperan sebagai cukong atau pendukung, hubungan yang tidak harmonis antara perusahaan dan masyarakat setempat, serta krisis ekonomi yang berkepanjangan. Disisi lain, kelemahan dalam penegakan hukum dan peraturan perundang-undangan yang menganaktirikan pertambangan rakyat, juga ikut mendorong maraknya PETI. Kegiatan PETI yang tidak mengikuti kaidah-kaidah pertambangan yang benar, telah mengakibatkan kerusakan lingkungan, pemborosan sumber daya mineral, dan kecelakaan tambang. Hal ini menimbulkan bencana jika tidak di kelola dengan baik dan benar (Zamhari et al., 2021).

Industri pertambangan yang ada di wilayah Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, menghadapi tantangan serius terkait keberadaan tambang ilegal. Menurut data dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK), tercatat puluhan titik tambang ilegal di wilayah Sumbawa, dengan masing-masing titiknya memiliki luas mencapai puluhan hectare (Tempo, 2025). Wahana Lingkungan Hidup (Walhi) NTB mencatat bahwa dampak lingkungan dari tambang emas ilegal di Nusa Tenggara Barat, khususnya di Kabupaten Sumbawa, harus menjadi perhatian serius. Salah satunya di Kecamatan Lantung, luas tambang ilegal mencapai lebih dari 10 hektare untuk satu titik (Detik.com, 2025). Data citra satelit menunjukkan bahwa titik-titik tambang ilegal cukup banyak, yang mengindikasikan maraknya aktivitas penambangan di kawasan tersebut (Energyworld.co.id, 2025). Limbah pertambangan mengandung berbagai bahan kimia seperti Merkuri (Hg), Arsenik (As), Timbal (Pb), Sianida (CN), Asam Sulfat (H_2SO_4), Sulfur Dioksida (SO_2), Nitrogen Dioksida (NO_2), yang beresiko mencemari lingkungan seperti air, tanah, dan udara (Rainiyati et al., 2022). Pencemaran lingkungan yang terjadi di area pertambangan menjadi masalah yang serius dan perlu diperhatikan, salah satunya pencemaran air yang mengandung zat merkuri, hal ini disebabkan karena para penambang masih melakukan aktivitas penambangan secara tradisional. Pencemaran zat merkuri dapat diminimalisir dengan berbagai metode salah satunya memanfaatkan material adsorben yang dapat mengikat merkuri agar mencapai batas aman dilingkungan.

Salah satu adsorben yang banyak digunakan yaitu arang aktif. Arang aktif adalah padatan arang yang berpori dan mengandung 85-95% karbon yang dihasilkan dari berbagai bahan yang mengandung karbon. Material aktif ini diaktivasi dengan basa atau asam kuat dan dipanaskan pada suhu tinggi untuk memperluas pori-pori pada permukaan arang. Luas permukaan Arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben (Tyagi et al., 2020). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktif faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Dewi et al., 2021). Arang aktif mengandung 5-15% air, 2-3% abu, dan sisanya terdiri atas karbon (Alimah, 2021). Beberapa sumber adsorben dapat diperoleh dari limbah pertanian seperti kayu bidara, cangkang kemiri, tempurung kelapa dan masih banyak lagi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi limbah pertanian sebagai sumber adsorben yang

ramah lingkungan dan menganalisis efektivitas kayu bidara, cangkang kemiri, dan tempurung kelapa.

B. METODE PENELITIAN

1. Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2024 sampai dengan bulan Januari 2025, dan dilakukan di tiga tempat berbeda, pertama di desa Batu Bulan, Kecamatan Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa sebagai tempat pengambilan sampel, selanjutnya di Laboratorium Pangan Terpadu, Fakultas Ilmu Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa sebagai tempat menganalisis karakteristik fisik sampel dengan pengujian langsung menggunakan alat pengujian (alat filtrasi), dan terakhir dilakukan di Laboratorium Penelitian Dan Pengujian Terpadu, Universitas Gadjah Mada sebagai tempat pengujian merkuri.

2. Alat Dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat Filtrasi, pH Meter, TDS Meter, Mercury Analyzer Merx-M Epa Method 1630, Timbangan 5 Kg, Gelas Beaker dan Gelas Ukur. Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Air Bermerkuri (Hg), Arang Aktif Tempurung Kelapa, Arang Aktif Cangkang Kemiri, Arang Aktif Kayu Bidara, dan Kerikil Sungai.

3. Prosedur Penelitian

Pembuatan Arang Aktif

1. Persiapan Bahan Baku: Pastikan bahan baku, Tempurung Kelapa, Cangkang Kemiri, dan Kayu Bidara bersih dan bebas dari kontaminan.
2. Karbonisasi: Pembuatan arang aktif dimulai dengan proses pembakaran pada bahan untuk menghasilkan arang.
3. Pembersihan Arang: Bersihkan arang dari abu dan sisa-sisa material lainnya.
4. Aktivasi: Arang yang sudah bersih selanjutnya diaktivasi dengan cara direndam selama 24 jam didalam suhu ruang menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 35%, untuk meningkatkan luas permukaan pori-pori dalam karbon.
5. Pencucian Arang: Setelah aktivasi dengan larutan NaOH, arang dicuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa-sisa larutan NaOH.
6. Pengeringan: Arang dikeringkan dengan cara dipanaskan dalam oven selama 2 jam pada suhu rendah (105°C).

Proses Filtrasi

1. Pengambilan Sampel :Ambil air sampel
2. Pengujian Karakteristik Awal: Uji karakteristik fisik dan kimia sampel
3. Preparasi Media Filtrasi: Siapkan media filtrasi dengan variasi arang aktif yang berbeda
4. Pengujian Filtrasi: Alirkan air sampel ke dalam media filtrasi Lakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap perlakuan
5. Pengujian Karakteristik Akhir: Uji karakteristik fisik dan kimia sampel setelah filtrasi
6. Analisis Data: Bandingkan hasil pengujian karakteristik awal dan akhir Analisis perbedaan hasil pengujian
7. Kesimpulan: Buat kesimpulan berdasarkan hasil analisis data

Uji Karakteristik Fisik dan Kimia Air Hasil Filtrasi

- Uji Warna air
 1. Persiapan Pengujian: Siapkan sampel air merkuri
 2. Pilih Responden: Pilih 15 orang responden
 3. Pengujian Warna : Tanyakan kepada responden mengenai warna sampel air
 4. Responden Memberikan Pendapat sesuai dengan indikator penilaian
 5. Pengumpulan Data: Catat pendapat dari semua responden
 6. Analisis Hasil: Analisis data pendapat responden
 7. Kesimpulan: Buat kesimpulan berdasarkan hasil analisis
- Uji TDS (*Total Dissolved Solids*)
 1. Siapkan TDS Meter: Pastikan TDS meter dalam keadaan baik dan siap digunakan
 2. Nyalakan TDS Meter: Tekan tombol untuk menyalakan TDS meter
 3. Siapkan Sampel Air: Ambil sampel air yang akan diuji
 4. Celupkan Sensor: Masukkan sensor TDS meter ke dalam sampel air, tunggu beberapa detik hingga angka pada layar stabil
 5. Baca Hasil: Catat angka yang muncul pada layar TDS meter
- Uji pH Air
 1. Siapkan Alat Uji pH: Pastikan elektroda pH dalam keadaan baik dan bersih
 2. Nyalakan Alat Uji pH: Tekan tombol untuk menyalakan alat uji pH
 3. Siapkan Sampel :Ambil sampel yang akan diuji
 4. Celupkan Elektroda: Masukkan elektroda pH ke dalam sampel. Tunggu beberapa detik hingga nilai pH pada layar stabil
 5. Baca Hasil: Catat nilai pH yang ditampilkan pada layar
- Uji Kadar Merkuri
 1. Persiapan Alat dan Bahan: Siapkan Mercury Analyzer Merx-M, sampel air yang akan dianalisis, bahan kimia dan reagen yang diperlukan
 2. Kalibrasi Alat: Lakukan kalibrasi Mercury Analyzer Merx-M sesuai petunjuk manual
 3. Persiapan Sampel: Ambil sampel air yang akan diuji
 4. Masukkan Sampel ke Alat: Masukkan sampel ke dalam Mercury Analyzer Merx-M, Jalankan analisis menggunakan metode EPA 1630, Tunggu hingga proses analisis selesai
 5. Baca Hasil: Catat hasil analisis kadar merkuri yang ditampilkan pada layar
 6. Pembersihan Alat: Bersihkan alat setelah penggunaan sesuai prosedur

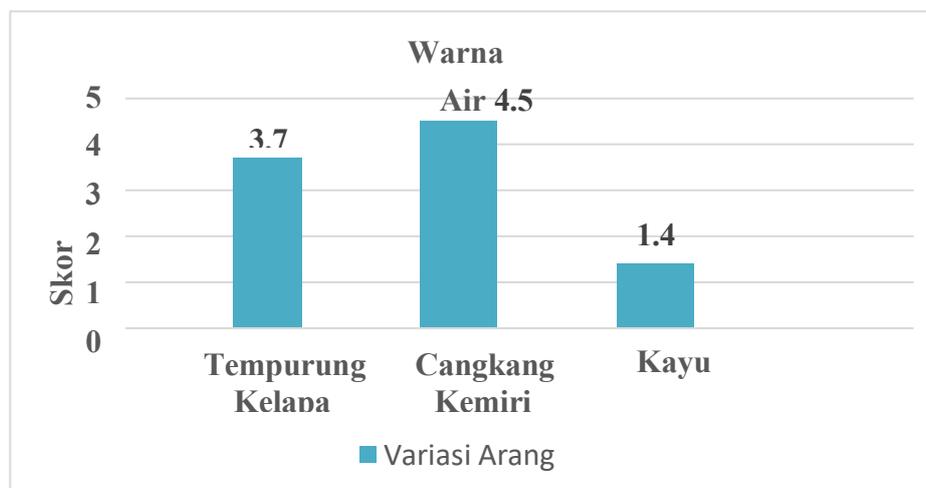
4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dilakukan untuk menganalisis pengaruh berbagai jenis adsorben terhadap kualitas air hasil filtrasi. Penelitian eksperimental akan dilakukan uji coba di Laboratorium Pangan Terpadu. Dalam penelitian ini menggunakan 3 perlakuan (variasi adsorben) dan 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan sehingga mendapatkan 9 kali percobaan. Dalam penelitian ini Hasil dan data penelitian yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan uji *Analysis of Variant* (ANOVA). Jika terdapat perbedaan nyata, maka akan dilanjut dengan uji Duncan dengan taraf nyata ($\alpha=0.05$). Pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi SPSS.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Variasi Arang Aktif Terhadap Warna

Hasil pengujian warna menunjukkan adanya perubahan warna pada air setelah dilakukannya proses filtrasi dengan arang aktif. Warna yang dihasilkan bervariasi tergantung pada arang aktif yang digunakan. Sebelum dilakukan filtrasi warna sampel air sangat keruh. **Gambar 1** menunjukkan grafik hasil pengujian warna yang dihasilkan masing-masing perlakuan setelah dilakukannya proses filtrasi.



Gambar 1 Grafik Pengujian Warna Air

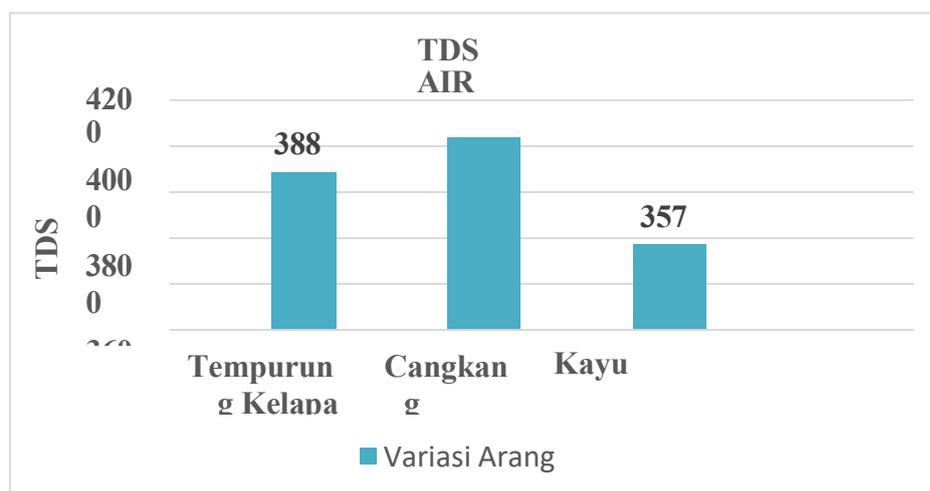
Berdasarkan **Gambar 1** hasil pengujian warna menunjukkan adanya perubahan warna pada sampel air setelah dilakukannya proses filtrasi. Perlakuan arang aktif tempurung kelapa rata-rata skor yang di peroleh sebanyak 3,7. Perlakuan arang aktif cangkang kemiri rata-rata skor yang diperoleh yaitu 4,5. Perlakuan kayu bidara rata-rata skor yang diperoleh yaitu 1,4. Pengujian warna pada sampel dilakukan dengan metode visual. Uji warna mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sari & Huljana, 2019) Warna diukur langsung dengan bantuan Organoleptik dan dilakukan oleh 15 orang responden untuk melihat warna sampel air yang dihasilkan setelah dilakukannya proses filtrasi, kemudian memberikan pendapat mengenai warna yang dihasilkan mengikuti indikator skor 1 sampai 7 seperti pada tabel 3.1, dari yang sangat jernih hingga sangat keruh. Pada **Gambar 1**, diketahui bahwa ke 3 perlakuan variasi arang aktif memiliki rata-rata skor warna yang berbeda. Warna air yang dihasilkan dipengaruhi beberapa faktor seperti kontak antara zat-zat organik yang terlarut dalam air dengan arang aktif (Sibarani et al., 2022).

Berdasarkan hasil analisis Anova dapat diketahui bahwa perlakuan variasi arang aktif berpengaruh nyata terhadap perubahan warna ($P < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan variasi arang aktif berpengaruh terhadap warna air. Karena hasil analisis Anova menunjukkan adanya pengaruh sehingga dilanjutkan menggunakan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) Dari hasil uji lanjut *Duncan* disimpulkan bahwa perlakuan paling efektif dalam menjernihkan air ada pada perlakuan arang aktif kayu bidara dengan rata-rata skor 1,4 (sangat jernih) sesuai dengan indikator skor. Kayu bidara memiliki kandungan senyawa organik yang rendah, sehingga menghasilkan air yang jernih. Sebaliknya tempurung kelapa dan cangkang kemiri mengandung senyawa organik seperti lignin, tanin, dan senyawa fenolik yang dapat larut dalam air selama proses penyaringan, sehingga menyebabkan warna kekuningan air.

Arang aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa dan cangkang kemiri memiliki pori-pori yang lebih besar dan beragam, sehingga dapat menangkap partikel besar, tetapi kurang efektif dalam menyerap senyawa organik terlarut yang menyebabkan warna kuning. Sebaliknya, arang aktif yang berasal dari kayu bidara memiliki pori-pori yang lebih kecil dan konsisten, sehingga lebih efisien dalam menyerap senyawa organik dan menghasilkan air yang lebih jernih. Selain itu, arang aktif kayu bidara melalui proses aktivasi yang lebih bersih, tanpa meninggalkan residu kimia atau abu yang dapat memengaruhi warna air, sehingga mengurangi risiko kontaminasi warna.

2. Pengaruh Variasi Arang Aktif Terhadap TDS Air

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. P.5/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2019, Baku Mutu Air Limbah untuk berbagai sektor diatur, termasuk sektor pertambangan. Untuk kegiatan pertambangan mineral dan batubara, TDS memiliki batas 2.000 mg/L (untuk air limbah yang dilepas ke lingkungan). Hasil pengujian *Total Dissolved Solids* (TDS) menunjukkan bahwa masing-masing arang aktif berhasil mengurangi jumlah TDS yang ada dalam air. Menurut (Salim et al., 2018) penurunan TDS disebabkan oleh penggunaan arang aktif sebagai media filtrasi, yang berfungsi untuk menghalangi zat-zat dalam air, sehingga sangat efektif dalam proses penjernihan. *Total Dissolved Solids* (TDS) merupakan jumlah zat padat terlarut dalam air, seperti mineral dan garam, yang dapat mempengaruhi kualitas air dan lingkungan jika melebihi batas tertentu. Pada penelitian ini *Total Dissolved Solids* (TDS) pada air sebelum dilakukannya filtrasi yaitu 4447 ppm. Hasil pengujian TDS pada air dapat dilihat pada **Gambar 2**. dibawah ini .



Gambar 2. Grafik *Total Dissolved Solids* (TDS)

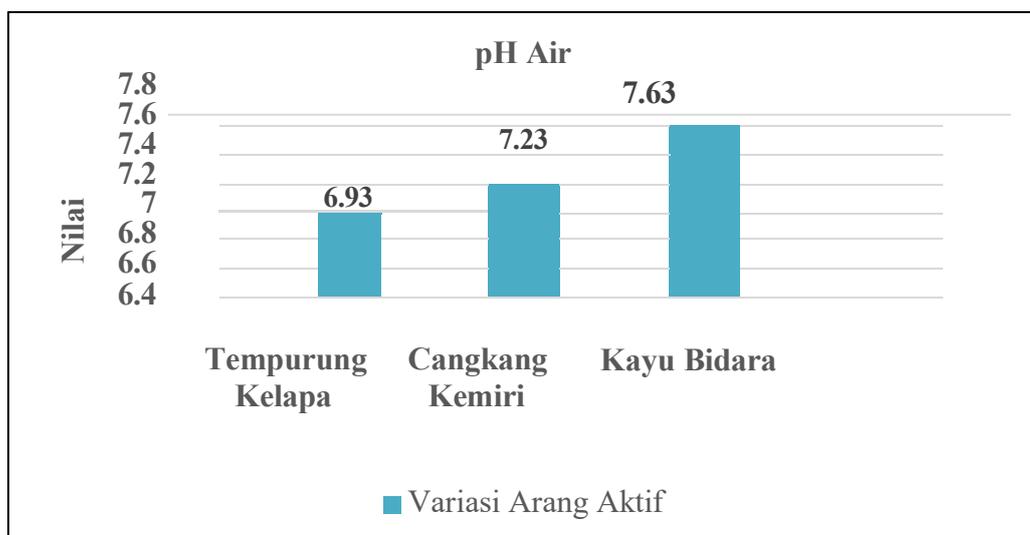
Berdasarkan **Gambar 2**. hasil pengujian *Total Dissolved Solids* (TDS) menunjukkan adanya perubahan jumlah TDS (*Total Dissolved Solids*) pada masing-masing perlakuan setelah dilakukannya proses filtrasi. Pada perlakuan arang aktif tempurung kelapa rata-rata jumlah TDS yang dihasilkan setelah filtrasi yaitu 3885 ppm, kemudian dari perlakuan arang aktif cangkang kemiri rata-rata jumlah TDS yang dihasilkan yaitu 4036 ppm, dan untuk perlakuan kayu bidara rata-rata jumlah TDS yang dihasilkan adalah 3570 ppm.

Hasil Uji ANOVA terhadap *Total Dissolved Solids* (TDS) Air, menunjukkan bahwa nilai P-value (0,035) < nilai α (0,05). Dari data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan

variasi absorben berpengaruh nyata terhadap *Total Dissolved Solids* (TDS), Karena hasil analisis Anova menunjukkan adanya pengaruh sehingga dilanjutkan menggunakan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Berdasarkan uji lanjut *Duncan* diketahui bahwa perlakuan paling efektif untuk menurunkan jumlah TDS dalam air adalah perlakuan dengan menggunakan arang aktif kayu bidara. Pada gambar 2 perlakuan arang aktif kayu bidara lebih efektif dalam menurunkan TDS di bandingkan perlakuan tempurung kelapa dan perlakuan cangkang kemiri, dimana total TDS air sebelum dilakukannya filtrasi sebanyak 4467 ppm, dan rata-rata jumlah TDS yang ada dalam air dengan perlakuan arang aktif kayu bidara sebanyak 3570 ppm. Penurunan jumlah TDS tersebut lebih banyak dibandingkann dengan perlakuan arang tempurung kelapa dan cangkang kemiri dengan rata-rata jumlah TDS yang tersisa dalam air yaitu sebanyak 3885 ppm pada perlakuan arang aktif tempurung kelapa dan 4036 ppm pada perlakuan arang aktif cangkang kemiri. Ini disebabkan karena arang aktif kayu bidara memiliki luas permukaan yang lebih besar, struktur pori yang lebih baik, serta kemampuan adsorpsi yang lebih unggul terhadap ion-ion terlarut dibandingkan dengan arang aktif tempurung kelapa dan kayu bidara. Arang aktif memiliki struktur pori yang lebih seragam dan luas permukaan yang lebih besar, hal ini membuatnya lebih efektif dalam menyerap ion-ion terlarut, dengan kemampuan reduksi TDS mencapai 70-80% (Ratu et al., 2022).

3. Pengaruh Variasi Arang Aktif Terhadap pH Air

Hasil pengujian pH menunjukkan adanya perubahan nilai pH pada air setelah dilakukannya proses filtrasi dengan arang aktif. (Qulubi et al., 2022) menyatakan bahwa penggunaan arang aktif dapat menurunkan pH air limbah yang awalnya bersifat asam, sehingga mendekati nilai pH yang diizinkan. Arang aktif efektif dalam mengadsorpsi ion-ion asam yang menyebabkan penurunan pH, sehingga meningkatkan kualitas air limbah (Dina Fajrina Nurhaliq et al., 2022). Nilai pH pada air sebelum dilakukannya proses filtrasi yaitu pH 7,14. Hasil pengujian pH setelah dilakukan filtrasi dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik pH Air

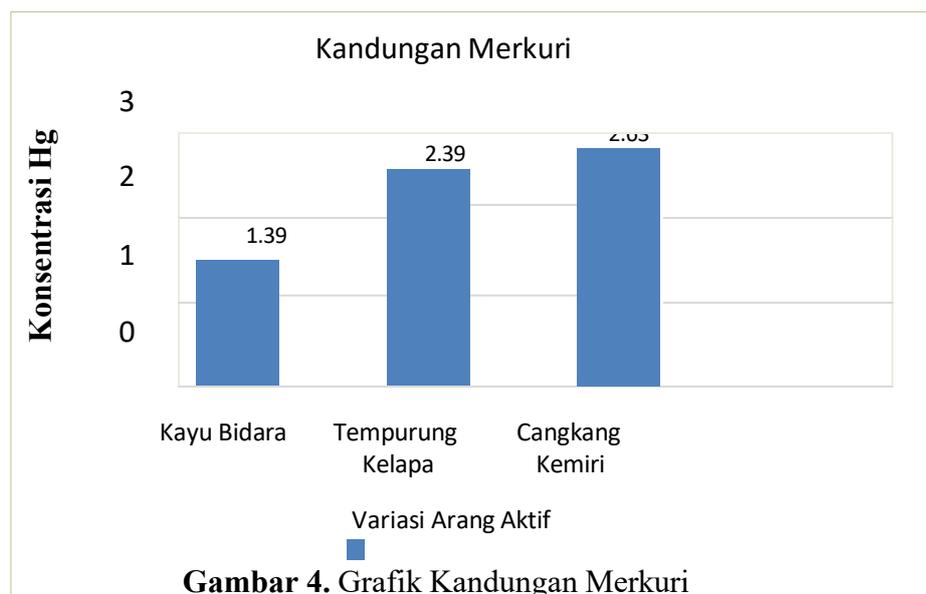
Berdasarkan **Gambar 3** menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan arang aktif memiliki nilai pH air yang berbeda. Pada perlakuan arang aktif tempurung kelapa nilai rata-rata pH air yang didapat yaitu 6,93. Selanjutnya perlakuan arang aktif cangkang kemiri menghasilkan nilai pH dengan rata-rata 7,23 dan perlakuan arang aktif kayu bidara nilai rata-rata pH air yang

yang dihasilkannya adalah 7,63.

Menurut Peraturan Menteri LHK No 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah., (2016), ambang batas pH air limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan harus berada diantara 6 hingga 9 untuk memenuhi baku mutu. Berdasarkan hasil pengujian masing-masing absorbent menghasilkan rata-rata nilai pH yang sudah sesuai dengan standar baku mutu Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016. Penggunaan arang aktif dalam sistem filtrasi dapat menghasilkan air dengan pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan air yang tidak melalui proses filtrasi (Sulastri & Nurhayati, 2014). Berdasarkan uji lanjut *Duncan* diketahui bahwa pada setiap perlakuan arang aktif memberikan pengaruh terhadap pH air. Hasil pengujian menunjukkan perlakuan paling efektif untuk pH air adalah kayu bidara dengan nilai rata-rata pH 7,63. pH 7,63, air tersebut lebih mendekati nilai netral (pH 7), yang menunjukkan bahwa air tersebut lebih stabil dan tidak bersifat asam. Hal ini terjadi karena Arang aktif kayu bidara memiliki sifat netralisasi yang lebih baik, sehingga menjaga pH air tetap stabil. Pada air yang disaring dengan arang aktif tempurung kelapa dan cangkang kemiri cenderung memiliki pH yang lebih rendah karena pelepasan senyawa asam organik seperti lignin dan tanin yang dapat larut dalam air selama proses penyaringan (Ola, 2025).

4. Pengaruh Variasi Arang Aktif Terhadap Kandungan Merkuri Air

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar merkuri yang signifikan pada sampel setelah dilakukan filtrasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif sebagai absorbent sangat efektif dalam menurunkan kadar dalam air limbah. Kandungan merkuri yang terdapat pada air limbah sebelum dilakukannya proses filtrasi yaitu sebanyak 24,4 µg/L (mikrogram per liter). Data kandungan merkuri setelah dilakukan filtrasi dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Kandungan Merkuri

Grafik pada **Gambar 4** menunjukkan bahwa dari ke 3 perlakuan arang aktif memiliki jumlah kandungan kadar merkuri yang berbeda, setelah dilakukannya proses filtrasi. Pada perlakuan arang aktif kayu bidara rata-rata kandungan merkurnya sebanyak 1,39 µg/L. Selanjutnya perlakuan arang aktif Tempurung Kelapa rata-rata kandungan merkurnya sebanyak 2,39 µg/L, dan untuk perlakuan arang aktif cangkang kemiri rata-rata kandungan merkurnya sebanyak 2,63 µg/L.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No. P.10/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2019 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Bijih Emas/Tembaga, Batas Maksimum Kandungan Merkuri Dalam Air Limbah Kegiatan Pertambangan adalah 0,002 mg/L (2 µg/L). Berdasarkan hasil pengujian ke tiga variasi absorben yang digunakan berhasil menurunkan kadar merkuri yang pada air limbah mencapai standar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) yaitu 2 µg/L. Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan setiap perlakuan arang aktif berpengaruh terhadap penurunan kadar merkuri, dan dari data pengujian tersebut disimpulkan perlakuan palik efektif dalam menurunkan kadar merkuri pada air limbah pertambangan yaitu pada perlakuan dengan arang aktif kayu bidara dengan penurunan kadar mencapai 1,39 µg/L. Dari penelitian ini diketahui Arang aktif kayu bidara unggul dalam kemampuan adsorpsi merkuri karena kombinasi dari struktur pori yang optimal, luas permukaan yang lebih besar, kadar karbon yang tinggi, serta proses aktivasi yang optimal, dimana Kayu bidara memiliki struktur yang lebih ringan dibandingkan dengan tempurung kelapa dan cangkang kemiri. Struktur yang lebih ringan ini memungkinkan pemanasan yang lebih merata dan cepat, sehingga mempercepat proses karbonisasi. Hal ini menjadikannya pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan arang aktif dari cangkang kemiri dan tempurung kelapa dalam aplikasi pengurangan kandungan merkuri

D. SIMPULAN DAN SARAN

Pada Berdasarkan hasil penelitian, ketiga jenis Arang Aktif yang digunakan terbukti efektif dan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik fisik maupun karakteristik kimia pada air limbah pertambangan. Dari ketiga perlakuan jenis arang aktif dengan mempertimbangkan parameter hasil dari uji warna, TDS, pH dan kandungan merkuri yang terdapat pada air limbah pertambangan disimpulkan perlakuan terbaik dan efektif yaitu pada perlakuan menggunakan arang aktif kayu bidara. Pada arang aktif kayu bidara skor warna air 1,4, Selanjutnya TDS jumlah sebelum di filtrasi 4447 ppm, saat diberikan perlakuan turun menjadi 3570 ppm, pH air yang awalnya pH 7,14 turun menjadi pH 7,63, dan Kadar merkuri sebelum dilakukannya proses filtrasi yaitu sebanyak 24,4 µg/L turun menjadi 1,39 µg/L. Berdasarkan hasil penelitian ini perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk pada parameter-parameter lainnya seperti kekeruhan, BOD (*Biochemical oxygen demand*), TTS (Total suspended solid), dan COD (*Chemical oxygen demand*), untuk mendukung pemanfaatan arang aktif sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah pencemaran merkuri pada air limbah pertambangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Shafwan Amrullah, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan yang sangat berharga selama proses penelitian ini. Terima kasih juga kepada semua Dosen dan Staf Fakultas yang telah menyediakan fasilitas dan sumber daya yang diperlukan, serta menciptakan lingkungan akademik yang mendukung. Penulis juga ingin mengapresiasi teman-teman yang telah berkontribusi dan memberikan semangat selama penelitian ini. Tanpa dukungan dan kerjasama dari semua pihak, penelitian ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Alimah, D. (2021). Characterization of activated charcoal microstructure porosity of cashewnut shell (*Anacardium occidentale* L.). *Jurnal Galam*. <https://doi.org/10.20886/glm.2021.2.1.16-28>
- Detik.com. (2025). *Walhi Kritik Penerbitan Izin Tambang Rakyat di Sumbawa: Jangan Lihat Uang Saja Baca artikel detikbali*. Detik.Com. <https://www.detik.com/bali/nusra/d-8013596/walhi-kritik-pe>

- Dewi, R., Azhari, A., & Nofriadi, I. (2021). AKTIVASI KARBON DARI KULIT PINANG DENGAN MENGGUNAKAN AKTIVATOR KIMIA KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*.
<https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3351>
- Dina Fajrina Nurhaliq, Rahman, & Hidayat. (2022). Efektivitas Karbon Aktif Dalam Menurunkan Konsentrasi COD Pada Limbah Cair RSUD Massenrempulu Kabupaten Enrekang. *Window of Public Health Journal*, 3(2), 332–338. <https://doi.org/10.33096/woph.v3i2.386>
- Energyworld.co.id. (2025). DPRD NTB Desak Pemerintah Evaluasi Tambang Emas Ilegal WN Cina di Sumbawa. Energyworld.Co.Id. <https://energyworld.co.id/2025/01/15/dprd-ntb-desak-pemerintah-evaluasi-tambang-emas-ilegal-wn-cina-di-sumbawa/>
- Ola, P. D. (2025). PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI TEMPURUNG KEMIRI (*Aleurites moluccana*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI ZAT PENGAKTIVASI. *Chemistry Notes*, 7(1), 14–24.
<https://doi.org/10.35508/cn.v7i1.22590>
- Peraturan Menteri LHK No 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah., Pub. L. No. No 68 Tahun 2016 (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No. P.10/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2019 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Bijih Emas/Tembaga, Batas Maksimum Kandungan Merkuri Dalam Air Limbah Kegiatan Pertambangan, Pub. L. No. No. P.10/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2019 (2019).
- Qulubi, M. H., Rahmawati, S. H., & Rivaie, A. R. (2022). PENGARUH PENGGUNAAN ARANG AKTIF KULIT DURIAN (*Durio zibethinus*) TERHADAP KUALITAS AIR PADA BUDI DAYA IKAN KOI (*Cyprinus rubrofuscus*). *Jurnal Perikanan Unram*. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i4.372>
- Rainiyati, Riduan, A., Heraningsih, S. F., & Mukhtasida, B. A. (2022). Mercury removal from gold mining wastewater using palm oil fuel ash (POFA). *Journal of Degraded and Mining Lands Management*.
<https://doi.org/10.15243/jdmlm.2022.093.3525>
- Ratu, D. L., Pingak, R. K., Louk, A. C., Tanesib, J. L., & Bukit, M. (2022). POTENSI ARANG AKTIF DARI KAYU POHON GAMAL (*GLIRICIDIA SEPIUM*) SEBAGAI MEDIA FILTRASI AIR. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*. <https://doi.org/10.35508/fisa.v7i2.9339>
- Salim, N., Rizal, N. S., & Vihantara, R. (2018). Komposisi Efektif Batok Kelapa sebagai Karbon Aktif untuk Meningkatkan Kualitas Airtanah di Kawasan Perkotaan. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24(1), 87.
<https://doi.org/10.14710/mkts.v24i1.18865>
- Sari, M., & Huljana, M. (2019). Analisis Bau , Warna , TDS , pH , dan Salinitas Air Sumur Gali di Tempat Pembuangan Akhir. 3(1), 1–5.
- Sibarani, S. T., Widarti, B. N., & Meicahayanti, I. (2022). PENGARUH SUHU DAN JENIS AKTIVATOR PADA KARBON AKTIF LIMBAH DAUN NANAS TERHADAP KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) AIR SUMUR. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*. <https://doi.org/10.30872/jtlunmul.v6i2.9490>
- Sulastri, S., & Nurhayati, I. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Keekeruhan, Warna Dan Tds Pada Air Telaga Di Desa Balongpanggang. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(1), 43–47.
<https://doi.org/10.36456/waktu.v12i1.825>
- Tempo. (2025). DPRD NTB Desak Pemerintah Evaluasi Tambang Emas Ilegal WN Cina di Sumbawa. Tempo. <https://www.tempo.co/hukum/dprd-ntb-desak-pemerintah-evaluasi-tambang-emas-ilegal-wn-cina-di-sumbawa-1193657>
- Tyagi, A., Banerjee, S., Singh, S., & Kar, K. K. (2020). Biowaste derived activated carbon electrocatalyst for oxygen reduction reaction: Effect of chemical activation. *International Journal of Hydrogen Energy*.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.06.195>
- Zamhari, M., Junaidi, R., Rachmatika, N., Oktarina, A., Srijaya, J., Bukit, N., Palembang, B., & Selatan, S. (2021). PEMBUATAN KATALIS BERBASIS KARBON AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA (*Cocos nucifera*) DIIMPREGNASI KOH PADA REAKSI TRANSESTERIFIKASI SINTESIS BIODIESEL CATALYST SHYNTHESES FROM ACTIVATED CARBON OF COCONUT SHELL (*Cocos nucifera*) IMPREGNATEDPOTASSIUM HYDROXIDEIN T. *Jurnal Kinetika*, 12(01), 23–31.