



PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS KOPI SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI ZN (SENG) PADA LIMBAH CAIR TPA ANTANG MAKASSAR

Syardah Ugra Al Adawiyah^{a,*}, Idi Amin^a, Muhammad Tawakkal^a

^aProgram Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

Jl. Sunu, No. 220 Makassar, Sulawesi Selatan, 90211

*E-mail: syardah26@atim.ac.id

Masuk Tanggal : 30 November, revisi tanggal: 20 Desember, diterima untuk diterbitkan tanggal: 31 Desember 2024

Abstrak

Limbah cair yang dihasilkan dari tempat pembuangan akhir (TPA) sering kali mengandung logam berat seperti seng (Zn), yang menimbulkan risiko signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Berdasarkan hasil analisis AAS terhadap konsentrasi Zn di TPA Antang, didapatkan konsentrasi Zn sebesar 0,1015 mg/L. Nilai tersebut tidak memenuhi ketentuan yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Lingkungan Hidup dan Pengelolaan Baku Mutu Air Nasional, khususnya mengenai baku mutu air limbah Zn sebesar 0,05 mg/L. Salah satu metode alternatif untuk menurunkan konsentrasi Zn tersebut adalah melalui proses adsorpsi dengan arang aktif ampas kopi. Aktivasi secara kimia menggunakan HCl untuk meningkatkan sifat adsorpsi. Ampas kopi dapat diubah menjadi arang aktif karena kandungan karbon yang dapat menyerap logam. Variasi yang digunakan waktu kontak selama 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa arang aktif dapat menurunkan konsentrasi Zn pada limbah cair TPA Antang. Pada waktu kontak 90 menit konsentrasi logam Zn sebesar 0,0170 mg/L pada waktu kontak 120-150 menit kandungan logam Zn sebanyak 0,0146 mg/L, dan waktu kontak 180 menit sebanyak 0,0135 mg/L.

Kata Kunci: Ampas kopi, Limbah cair TPA, Logam Zn, Adsorpsi.

Abstract

Liquid waste generated from landfills (TPA) often contains heavy metals such as zinc (Zn), which pose significant risks to the environment and human health. Based on the results of AAS analysis of Zn levels in the Antang TPA, the Zn level was 0.1015 mg/L. This value does not meet the provisions stipulated in Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 22 of 2021 concerning the Implementation of Environmental Protection and Management of National Water Quality Standards, especially the standard regarding Zn wastewater quality of 0.05 mg/L. One alternative method to reduce Zn levels is through the adsorption process with coffee grounds activated carbon. Chemical activation uses HCl to increase adsorption properties. Coffee grounds can be converted into activated carbon because the carbon content can absorb metals. The variations used were contact time for 90 minutes, 120 minutes, 150 minutes, and 180 minutes. The research findings revealed that activated carbon can reduce Zn levels in the Antang TPA liquid. At a contact time of 90 minutes the Zn metal content was 0,0170 mg/L, at a contact time of 120-150 minutes the Zn metal content was 0,0146 mg/L, and at a contact time of 180 minutes the Zn metal content was 0,0135 mg/L.

Keywords: Coffee grounds, Landfill liquid waste, Zn metal, Adsorption.

1. PENDAHULUAN

Tantangan umum yang dihadapi oleh pemerintah daerah adalah pengelolaan sampah. Di Indonesia, sebagian besar kota mengelola sampahnya dengan menggunakan Tempat Pembuangan Akhir (TPA), tempat pembuangan dan pengolahan sampah secara berkala sebagai bagian dari upaya sanitasi sampah. Di Kota Makassar, TPA Antang merupakan salah satu TPA yang belum memenuhi kriteria yang diperlukan untuk dianggap sebagai TPA yang aman. TPA menghasilkan kontaminan sampah melalui lindi, produk sampingan dari penguraian sampah yang terkumpul. Lindi berpotensi memberikan dampak terhadap lingkungan TPA dan sekitarnya, yang menyebabkan pencemaran pada lapisan tanah dan air tanah [1]. Permasalahan di TPA Antang Makassar terkait konsentrasi Zn pada air lindi melibatkan pencemaran lingkungan. Konsentrasi Zn yang tinggi dapat merusak ekosistem, mempengaruhi kualitas tanah, dan berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Analisis konsentrasi Zn penting untuk menentukan tingkat pencemaran dan risiko yang ada. Selain itu, pembuatan adsorben untuk menurunkan konsentrasi Zn dapat membantu mengurangi dampak negatif tersebut [2]. Berdasarkan hasil analisis AAS terhadap konsentrasi Zn di salah satu TPA di Makassar, yaitu TPA Antang, ditemukan konsentrasi Zn nya adalah 0,1015 mg/L. Nilai ini tidak sesuai peraturan pemerintah republik Indonesia nomor 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup baku mutu air nasional dengan baku mutu air limbah Zn yaitu 0,05 mg/L.

Asal mula pencemaran logam seng (Zn) di lingkungan kita berasal dari aktivitas manusia dan pembuangan limbah industri. Logam seng memiliki kemampuan untuk terakumulasi di lingkungan. Konsentrasi logam seng yang tinggi dalam jangka waktu lama dapat merusak sintesis klorofil, yang pada akhirnya menghambat proses fotosintesis yang vital. Keberadaan logam seng di perairan menimbulkan ancaman yang signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan, yang berdampak pada setiap aspek sistem ekologi. Pengaruh logam seng dalam sistem perairan dibentuk oleh berbagai elemen, termasuk jumlah logam berat yang ada dan susunan fraksi terlarut dan partikulat logam berat ini di dalam air [3]. Salah satu metode alternatif untuk mengolah limbah cair tersebut adalah melalui proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses komponen utama dari larutan fluida menjadi terkonsentrasi pada permukaan padatan tertentu yang disebut adsorben. Metode adsorpsi memberikan beberapa

kelebihan dibandingkan dengan metode alternatif dalam menurunkan konsentrasi seng (Zn) dari larutan. Proses ini efektif bahkan pada konsentrasi rendah kontaminan, adsorben seperti arang aktif untuk menyerap komponen dari larutan dengan efisien. Proses adsorpsi relatif sederhana dan ekonomis dibandingkan metode lain. Karbon aktif merupakan material yang digunakan dalam proses penyerapan, dikenal sebagai adsorben yang paling umum untuk menangkap logam berat. Karbon aktif merupakan material padat berpori yang dibuat dari zat-zat kaya karbon, yang diubah melalui proses pemanasan pada suhu tinggi. Semakin besar luas permukaan karbon aktif, semakin efektif ia dapat menyerap zat-zat. Bahan organik yang kaya karbon, seperti ampas kopi, dapat diubah menjadi arang aktif melalui proses ini. Ampas kopi, yang mudah didapat dan terjangkau, berfungsi sebagai sumber daya organik yang sangat baik untuk produksi arang aktif. Ampas kopi memiliki kandungan karbon total berkisar antara 47,8% hingga 58,9%, serta konsentrasi nitrogen total 1,9% hingga 2,3% [4]. Ampas kopi berfungsi sebagai adsorben yang baik karena mengandung karbon yang signifikan, yaitu antara 47,8- 58,9%. Karakteristik ini menempatkannya sebagai sumber potensial untuk karbon aktif, yang memiliki kemampuan menyerap yang luar biasa. Ampas kopi sangat menarik karena mengandung COOH (karboksil), yang memiliki kemampuan untuk menciptakan ikatan rumit dengan ion logam

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi, antara lain luas permukaan, pH larutan, temperatur, dan waktu kontak. Dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi [5]. Studi ini mengeksplorasi penggunaan inovatif arang aktif yang berasal dari ampas kopi sebagai penyerap untuk menangkap seng. Hasil yang diharapkan dari studi ini berpotensi untuk memperkuat manfaat ampas kopi sekaligus berkontribusi pada solusi masalah lingkungan terkait limbah Zn.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pembuatan Arang Aktif

Ampas kopi ditimbang dengan hati-hati, mencapai berat 700 gram, kemudian dipanggang dalam oven selama 5 jam pada suhu tepat 105°C, diikuti dengan proses pengarangan menyeluruh di atas kompor selama 30 menit, diayak ampas kopi yang sudah diarang menggunakan ayakan 100 mesh. Kemudian direndam dalam gelas kimia menggunakan HCl selama 24 jam penuh, lalu saring hasil aktivasinya dan bilas dengan air suling hingga mencapai pH 6. Masukkan ke dalam oven

selama 3 jam pada suhu 105°C, dan biarkan dingin dalam desikator selama 1 jam.

2.2. Uji Proksimat Arang Aktif

Pemeriksaan konsentrasi air dengan metode gravimetri (AOAC *Association of Official Analytical Collaboration*, 2007), dan penilaian konsentrasi abu dengan metode gravimetri (AOAC).

2.3. Uji Kadar Air

Arang aktif sebanyak 5 gram, dimasukkan dalam oven selama 3 jam dengan suhu 105°C selama 15 menit, dimasukkan dalam desikator selama 15 menit, ditimbang sampai bobot tetap.

2.4. Uji Kadar Abu.

Ditimbang arang aktif sebanyak 5 gram, dimasukkan dalam tanur selama 2 jam dengan suhu 650°C, dimasukkan dalam desikator selama 1 jam, ditimbang sampai bobot tetap.

2.5. Uji Konsentrasi Zn Sesuai Waktu Kontak

Dua gram arang aktif diukur dan ditempatkan dalam labu erlenmeyer. Proses adsorpsi dimulai dengan penambahan sampel air limbah sebanyak 50 ml ke dalam labu yang berisi arang aktif. Campuran ini kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetik yang diatur pada kecepatan 250 rpm, dengan variasi waktu 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit. Setelah proses adsorpsi, filtrat yang dihasilkan dianalisis untuk kandungan seng (Zn) menggunakan AAS (*atomic absorption spectrophotometer*).

2.6. Analisis Data Proksimat

Kadar air dihitung dengan cara mengurangi berat sampel sebelum pengeringan dengan berat sampel setelah pengeringan, kemudian hasilnya dibagi dengan berat sampel sebelum pengeringan. Nilai tersebut kemudian dikalikan dengan 100 untuk mendapatkan hasil dalam bentuk persen. Sedangkan Kadar abu dihitung dengan cara membagi berat residu abu hasil pembakaran dengan berat sampel sebelum pembakaran, lalu hasilnya dikalikan dengan 100 untuk mendapatkan hasil dalam bentuk persen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Proksimat Arang aktif Ampas Kopi

Tujuan pengujian konsentrasi air adalah untuk mengetahui karakteristik penyerapan arang aktif. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi air sebesar 6,33%. Pengujian ini berhasil memenuhi standar mutu arang aktif yang tercantum dalam SNI No. 06-3730-1995 (Tabel 1), yang

menetapkan konsentrasi air maksimum 15% untuk arang aktif dalam bentuk serbuk. Konsentrasi air yang rendah akan meningkatkan mutu arang, karena akan meningkatkan daya serap terhadap gas maupun cairan, karena ukuran molekul air dalam arang aktif lebih kecil. Konsentrasi air yang tinggi dapat menutup pori-pori arang aktif sehingga menghambat daya serapnya secara efektif [6]. Penentuan konsentrasi air juga penting dalam kontrol kualitas bahan, terutama untuk bahan yang mudah rusak atau yang memiliki standar kualitas ketat [7].

Tabel 1. Analisis Proksimat Arang aktif

Parameter	Analisa Aktif	Standar mutu arang aktif (SNI No.06-3730-1995)
Konsentrasi air	6,33%	Maks 15%
Konsentrasi abu	5,22%	Maks 10%

Penentuan konsentrasi abu karbon aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam atau bahan anorganik dalam karbon aktif. Konsentrasi abu hasil penelitian yaitu 5,22%, hasil ini telah memenuhi baku mutu karbon aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimal 10% untuk karbon aktif dalam bentuk serbuk. Data tersebut menunjukkan kandungan bahan anorganik yang terkandung dalam jumlah yang rendah. Hasil konsentrasi abu yang diperoleh mencerminkan kemurnian karbon aktif. karena jika konsentrasi abu melebihi 10% akan menyebabkan penyumbatan pori-pori adsorben akibat adanya sisa mineral sehingga dapat mempengaruhi daya serap adsorben terhadap adsorbat. Tinggi rendahnya konsentrasi abu dipengaruhi oleh aktivator dalam melarutkan mineral anorganik yang terkandung dalam karbon aktif [8].

3.2. Uji Konsentrasi Zn

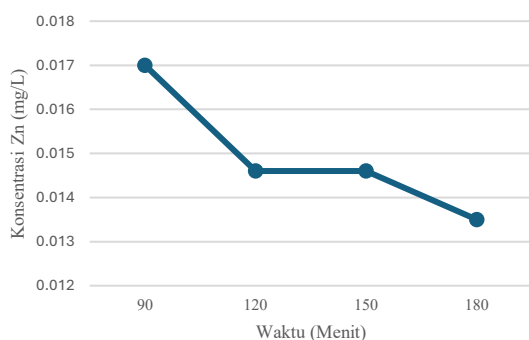
Pengujian konsentrasi Zn dilakukan menggunakan AAS. Hasil dari uji konsentrasi Zn pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi Zn setelah dilakukan adsorpsi menggunakan karbon aktif yang berasal dari bubuk kopi. Ampas kopi berfungsi sebagai adsorben yang baik karena mengandung karbon yang signifikan, yaitu antara 47,8-58,9%. Karakteristik ini menempatkannya sebagai sumber potensial untuk karbon aktif, yang memiliki kemampuan menyerap yang luar biasa. Ampas kopi sangat menarik karena mengandung COOH (karboksil), yang memiliki kemampuan untuk menciptakan ikatan rumit dengan ion logam [9].

Tabel 2. Hasil Pengujian Logam Zn

Waktu Kontak (Menit)	Konsentrasi Zn (mg/L)	Efektivitas Penurunan (%)
90	0,0170	83,25
120	0,0146	85,62
150	0,0146	85,62
180	0,0135	86,70

Keterangan: Konsentrasi Zn sebelum perlakuan adalah 0,1015 mg/L.

Gambar 1 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu kontak, kandungan Zn menurun pada sampel limbah cair. sebelum perlakuan kandungan konsentrasi logam Zn sebanyak 0,1015 mg/L. Pada waktu kontak 90 menit penurunan konsentrasi logam Zn sebanyak 0,0170 mg/L dengan efektivitas penurunan 83,25%, pada waktu kontak 120-150 menit kandungan logam Zn sebanyak 0,0146 mg/L, dengan efektivitas penurunan 85,62%, dan waktu kontak 180 menit sebanyak 0,0135 mg/L, dengan penurunan 86,70%. Namun penurunan konsentrasi Zn ini belum mencapai titik optimum, Jika waktu kontak ditambahkan, kemungkinan penurunan konsentrasi Zn masih bisa terjadi. Temuan menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi logam Zn dipengaruhi oleh durasi kontak, karena waktu kontak yang lebih lama meningkatkan kapasitas penyerapan. Seiring bertambahnya durasi interaksi, jumlah adsorbat yang diserap juga meningkat. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya peluang partikel dari adsorben untuk berinteraksi dengan adsorbat, yang menyebabkan peningkatan jumlah adsorbat yang diserap [10].

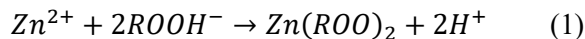


Gambar 1. Plot Waktu kontak vs Konsentrasi Zn

Proses penyerapan meliputi penyerapan fisik, yang dikenal sebagai fisisorpsi, dan penyerapan kimia, yang disebut sebagai kemisorpsi. Fisisorpsi pada permukaan arang aktif ampas kopi, dimana karboksilat dapat mengadsorpsi melalui gaya van der Waals atau interaksi elektrostatis dengan interaksi yang tidak terlalu kuat. Kemisorpsi dalam kondisi yang lebih kuat, adsorpsi

karboksilat pada permukaan Zn dapat menyebabkan pembentukan ikatan kimia (koordinasi atau ikatan ionik) antara gugus karboksilat dan atom Zn. Kemisorpsi bersifat lebih kuat dan sering kali tidak reversibel [11].

Reaksi yang terjadi secara kimia pada saat proses adsorpsi yaitu:



Zn²⁺ sebagai pusat koordinasi menarik gugus karboksilat.

Dibandingkan dengan baku mutu limbah Zn yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 22 tahun 2021 yang menetapkan batas sebesar 0,05 mg/L, hasil penelitian ini sangat sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4. KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan potensi luar biasa dari ampas kopi, memamerkan transformasinya menjadi arang aktif melalui proses karbonisasi dan aktivasi kimia yang rumit, yang efektif menurunkan konsentrasi logam berat Zn pada limbah cair TPA Antang. Efisiensi adsorpsi Zn meningkat seiring bertambahnya waktu kontak, dengan penurunan konsentrasi Zn sebesar 83,25% pada 90 menit, 85,62% pada 120 dan 150 menit, serta mencapai 86,70% pada 180 menit. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif yang berasal dari ampas kopi memiliki potensi sebagai adsorben ramah lingkungan, meskipun waktu kontak lebih lama perlu dieksplorasi untuk menentukan durasi optimum yang menghasilkan efisiensi maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. N. Arba, "Identifikasi Logam Besi (Fe) pada Zonasi Radius 1-5 Km Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang Makassar terhadap Pengaruh Kualitas Air Sumur Gali," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017.
- [2] C. Novi, S. Sartika, and A. N. Shobah, "Fitoremediasi logam seng (Zn) menggunakan Hydrilla sp. pada limbah industri kertas," Jurnal Kimia Valensi, vol. 5, no. 1, pp. 108–114, 2019.
- [3] P. Baryatik, "Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik (Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa

- Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember),” 2016.
- [4] N. S. Caetano, V. F. M. Silva, and T. M. Mata, “Valorization of coffee grounds for biodiesel production,” *Chem Eng Trans*, vol. 26, 2012.
 - [5] F. X. S. Wibowo and E. Prasetyaningrum, “Pemanfaatan Ekstrak Batang Tanaman Pisang (*Musa Paradisiacal*) Sebagai Obat Antiacne Dalam Sediaan Gel Antiacne,” *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, vol. 12, no. 1, pp. 38–46, 2015.
 - [6] H. Nurfarizha, T. Wirawan, and N. T. Widodo, “Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi Fisik dan Kimia,” *Jurnal Atomik*, vol. 6, no. 2, pp. 111–118, 2021.
 - [7] R. Salim, “Analisis jenis kemasan terhadap kadar protein dan kadar air pada tempe,” *Jurnal Katalisator*, vol. 2, no. 2, pp. 106–111, 2017.
 - [8] A. Fauzi, “Penurunan kadar amonia dengan menggunakan arang aktif ampas kopi,” *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 52–56, 2020.
 - [9] A. F. Samosir, B. Yulianto, and C. A. Suryono, “Arang aktif dari ampas kopi sebagai absorben logam Cu terlarut dalam skala laboratorium,” *J Mar Res*, vol. 8, no. 3, pp. 237–240, 2019.
 - [10] H. Nurfarizha, T. Wirawan, and N. T. Widodo, “Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi Fisik dan Kimia,” *Jurnal Atomik*, vol. 6, no. 2, pp. 111–118, 2021.
 - [11] M. Mulyana, V. A. Tiwow, and S. Sulistiawaty, “Analisis suseptibilitas magnetik tanah TPA Antang Makassar berdasarkan kedalaman,” *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, vol. 8, no. 2, pp. 234–240, 2022.