

PEMULIHAN LOGAM BESI (Fe) PADA AIR LINDI TPAS CILOWONG DENGAN MEMANFAATKAN ADSORBEN CANGKANG TELUR PUYUH

(diterima 1 Januari 2024, diperbaiki 1 Februari 2024, disetujui 1 April 2024)

Muhamad Faturahman Kurniawan, Tauny Akbari*

Progam Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya,
Kota Serang, Banten, Indonesia

email korespondensi*: tauny.akbari@gmail.com

Abstract. *Quail egg shells are waste produced from household activities and the food industry. Egg shells contain calcium carbonate (CaCO_3) and mucopolysaccharide acid protein which can be used as an adsorbent. This research was conducted to analyze the effectiveness and efficiency of reducing Fe levels as well as the effect of quail egg shell adsorbent mass and adsorbent contact time on Fe reduction in leachate water. This research is an experimental study with varying mixing times used, namely 30 minutes and 60 minutes, while the adsorbent mass used was 0.5 g, 1.0 g, 1.5 g, 2.0 g and 2.5 g. The results of the research showed that the quail egg shell adsorbent with a contact time of 30 minutes obtained an efficiency of 80.10%, while at a contact time of 60 minutes the efficiency was 84.88%, with the results of the two way ANOVA statistical test stating that the contact time and mass of the adsorbent had an effect on reducing levels Fe.*

Keywords: *Adsorption; Quail Egg Shell; Iron (Fe); Leachate.*

Abstrak. Cangkang telur puyuh merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga dan industri makanan. Cangkang telur memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) dan protein asam mukopolisakarida yang dapat dijadikan sebagai adsorben. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas dan efisiensi penurunan kadar Fe serta pengaruh massa adsorben cangkang telur puyuh dan waktu kontak adsorben terhadap penurunan Fe pada air lindi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan variasi waktu pengadukan yang digunakan yaitu 30 menit dan 60 menit, sedangkan massa adsorben yang digunakan sebesar 0,5 g, 1,0 g, 1,5 g, 2,0 g dan 2,5 g. Hasil penelitian menunjukkan adsorben cangkang telur puyuh dengan waktu kontak 30 menit diperoleh efisiensi dengan nilai 80,10% sedangkan pada waktu kontak 60 menit diperoleh efisiensi 84,88%, dengan hasil uji statistik ANOVA two way menyatakan waktu kontak dan massa adsorben berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar Fe.

Kata Kunci: *Adsorpsi, Cangkang Telur Puyuh, Besi (Fe), Lindi*

© hak cipta dilindungi undang-undang.

PENDAHULUAN

Sampah selalu menjadi perhatian dan perbincangan di era sekarang ini. Pertambahan jumlah penduduk menyebabkan bertambahnya volume sampah. Masalah menjadi semakin rumit karena pengelolaan pembuangan sampah di TPA tidak tertata dengan baik. Masalah utama penanganan air lindi di TPA adalah masalah kuantitas dan kualitas lindi. Kondisi lindi di TPA Cilowong belum tertangani dengan baik. Air lindi hanya dibuang di wadah terbuka, kemudian ditampung dan dialirkan melalui saluran air (Annur dkk., 2022).

Penurunan kualitas permukaan air tanah. Salah satunya berasal dari air lindi karena, adanya kandungan logam berat. Hal ini menyebabkan masalah lingkungan, termasuk risiko terhadap kesehatan manusia. Logam beracun tidak dapat terurai secara hayati dan beracun, dan keberadaannya dalam air limbah merupakan penyebab kekhawatiran yang signifikan (Isa *et al.* 2020). Logam berat yang sering ditemukan pada lindi diantaranya timbal, besi, merkuri, kromium, cadmium, arsen, seng, nikel, dan tembaga (Fatmawinir, 2015). Penghapusan besi (Fe) yang tidak memadai selama pengolahan air merupakan masalah lain dari lingkungan, dan efisiensi pengolahan yang dilakukan oleh industri membuatnya lebih bermasalah. Tidak semua proses pemisahan kimia dan fisik efisien untuk menghilangkan kontaminan logam dari larutan berair (Ramos, *et al.*, 2022).

Cangkang telur memiliki nilai ekonomi sebagai adsorben (Lee *et al.* 2022). Selain itu, ion logam dari larutan air yang diencerkan dapat diikat oleh cangkang telur (Chen *et al.* 2013). Selain kutikula di bagian luar, lapisan spons, dan lapisan pipih bagian dalam adalah komponen keramik yang membentuk struktur tiga lapis cangkang telur yang khas (Lunge *et al.* 2012). Oleh karena itu, cangkang telur telah muncul sebagai kandidat yang cocok dalam pencarian bahan yang tersedia, hemat biaya, tidak beracun, dan serbaguna sebagai adsorben potensial untuk menghilangkan kontaminan dari air (Mittal *et al.* 2016). Berdasarkan latar belakang tersebut judul penelitian ini adalah “Pemulihan Logam Besi (Fe) Air Lindi TPAS Cilowong Dengan Memanfaatkan Adsorben Cangkang Telur”

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah serbuk cangkang telur puyuh (1 kg), air lindi TPAS Cilowong (2 Liter), aquades (5 Liter), dan HCl (1 M). Alat yang digunakan adalah botol air mineral, Desikator, Neraca analitik, Corong *Buchner*, Kertas saring *whattman*, Gelas *beaker*, *Stopwatch*, Blender, gelas ukur, Oven, pH meter, Pipet volume, Spatula, *Jar test*, Ayakan 120 mesh, dan AAS (*Atomic Absorption spectrophotometry*)

Metode Analisis

1. Analisis Deskriptif

Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan kemampuan adsorben serbuk cangkang telur puyuh dalam mengadsorp polutan kadar logam besi (Fe) pada air lindi dengan memvariasikan waktu kontak. Analisis deskriptif menggunakan gambar dan grafik untuk mempermudah dalam pembahasan. Efisiensi penurunan kadar logam besi (Fe) dihitung dengan kapasitas adsorpsi (Amalia, 2021) sebagai berikut:

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Keterangan:

C_i = konsentrasi awal Fe

C_f = konsentrasi akhir Fe

2. Analisis Statistik

Dalam penelitian ini data dianalisis untuk mengetahui perbedaan waktu kontak dan massa adsorben. Oleh karena itu metode analisis data statistik parametrik dalam penelitian ini yaitu uji Anova dua arah atau Two Way anova yang diolah ke dalam program SPSS.

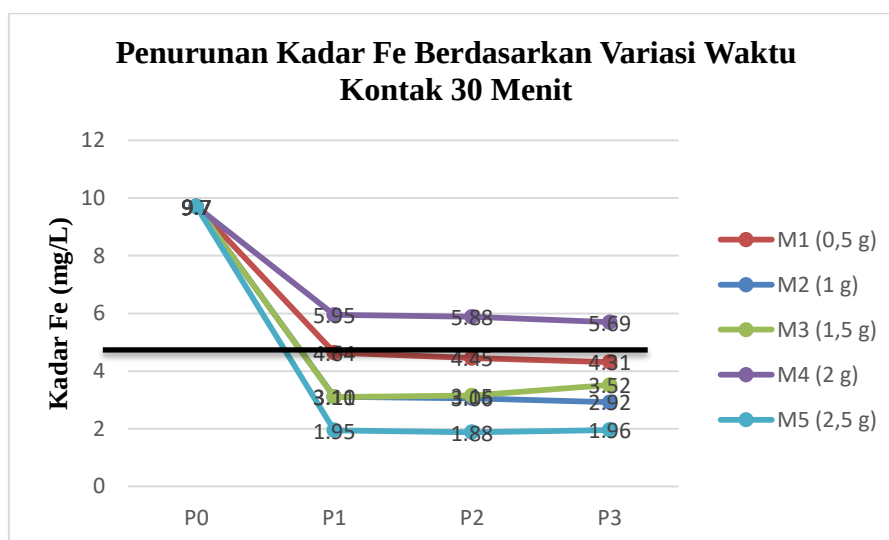
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar logam Fe air lindi TPAS Cilowong melebihi batas baku mutu atau belum sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Limbah Nomor 05 Tahun 2014.

Tabel 1 Hasil Uji Karakteristik Awal Air Lindi di Outlet TPAS Cilowong

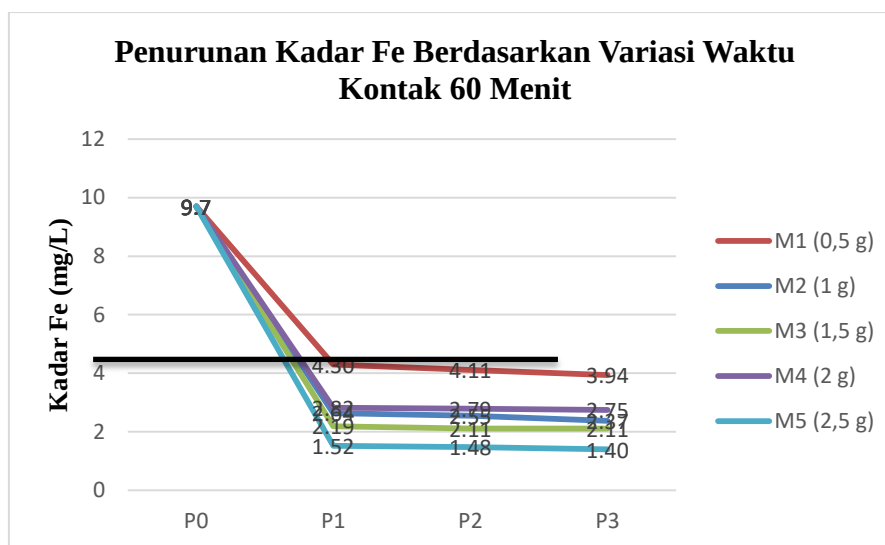
No	Parameter	Kadar Awal	Alat Ukur	Baku Mutu
1	Fe	9,7 mg/l	AAS	5 mg/l

Gambar 1 menunjukkan hasil penurunan kadar Fe berdasarkan variasi waktu kontak 30 menit. Sebelum ditambahkan adsorben cangkang telur nilai awal 9,7 mg/L namun setelah ditambahkan adsorben dari cangkang telur terjadi penurunan pada massa 0,5 g rata-rata dapat menurunkan 4,47 mg/L, pada massa 1 g rata-rata dapat menurunkan 3,03 mg/L, pada massa 1,5 gr rata-rata dapat menurunkan 3,26 mg/L, pada massa 2 g dapat menurunkan rata-rata dapat menurunkan 5,84 mg/L sedangkan pada 2,5 g massa adsorben dapat menurunkan 1,93 mg/L. selain pada waktu kontak 30 menit berikut hasil penurunan waktu kontak 60 menit karena kandungan cangkang telur CaCO_3 dan protein asam mukopolisakarida yang dapat mengikat ion logam berat seperti ion Fe sehingga dapat menurunkan kadar logam.



Gambar 1 Hasil Penurunan Kadar Fe Berdasarkan Variasi Waktu Kontak 30 Menit

Gambar 2 menunjukkan hasil penurunan kadar Fe berdasarkan variasi waktu kontak 60 menit. Sebelum ditambahkan adsorben cangkang telur nilai awal 9,7 mg/L namun setelah ditambahkan adsorben dari cangkang telur terjadi penurunan pada massa 0,5 g rata-rata dapat menurunkan 4,12 mg/L, pada massa 1 g rata-rata dapat menurunkan 2,52 mg/L, pada massa 1,5 g rata-rata dapat menurunkan 2,14 mg/L, pada massa 2 g dapat menurunkan rata-rata dapat menurunkan 2,79 mg/L sedangkan pada 2,5 g massa adsorben dapat menurunkan 5,84 mg/L.



Gambar 2 Hasil Penurunan Kadar Fe Berdasarkan Variasi Waktu Kontak 60 Menit

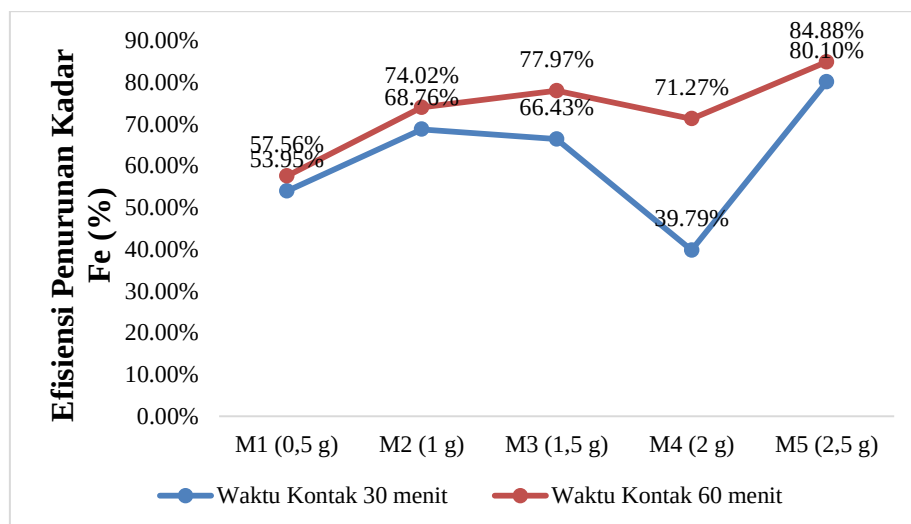
Tabel 2 memperlihatkan efisiensi penurunan kadar Fe pada lindi. Penurunan signifikan pada penyerapan kadar besi (Fe) pada massa 2,5 g dengan efisiensi waktu kontak 30 menit 80,10% dan waktu kontak 60 menit 84,88 mg/L, pada massa 0,5 g pada waktu kontak 30 menit 53,95% dan waktu kontak 60 menit 57,56%, pada massa 1 g waktu kontak 30 menit dapat menurunkan 68,76% dan waktu kontak 60 menit 74,02%, pada massa 1,5 pada waktu kontak 30 menit 39,79% dan pada waktu kontak 60 menit 71,27% sedangkan pada massa 2 g pada waktu kontak 30 menit 39,79% dan pada waktu kontak 60 menit 71,27%.

Tabel 2 Efisiensi Penurunan Kadar Fe Pada Lindi

No	Massa (g)	Kadar awal Fe (mg/l)	Kadar Akhir Fe (mg/L)		Efisiensi Penurunan Fe (%)	
			30 menit	60 menit	30 menit	60 menit
M1	0,5	9,7	4,47	4,12	53,95%	57,56%
M2	1,0		3,03	2,52	68,76%	74,02%
M3	1,5		3,26	2,14	66,43%	77,97%
M4	2,0		5,84	2,79	39,79%	71,27%
M5	2,5		1,93	1,47	80,10%	84,88%

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa waktu kontak 30 menit dengan massa adsorben 0,5 gram, 1,0 gram, 1,5 gram, 2,0 gram dan 2,5 gram menghasilkan persentase penyerapan besi (Fe) sebesar 53,95%, 68,76%, 66,43%, 39,79% dan 80,10%. Persentase penyerapan besi (Fe) tertinggi sebesar 80,10% yaitu pada waktu kontak 30 menit dengan massa adsorben 2,5 g. Sedangkan pada waktu 60 menit dengan massa adsorben

0,5 gram, 1,0 gram, 1,5 gram, 2,0 gram dan 2,5 gram menghasilkan persentase penyerapan besi (Fe) sebesar 57,56%, 74,02%, 77,97%, 71,27% dan 84,88%. Persentase penyerapan besi (Fe) tertinggi sebesar 84,88% yaitu pada waktu kontak 60 menit dengan massa adsorben 2,5 gram, pada waktu kontak 30 menit. Efisiensi penyerapan terjadi peningkatan mulai dari massa 0,5 g - 2,5 g.



Gambar 3 Perbandingan Variasi Waktu Kontak 60 Menit Dan 30 Menit

Berdasarkan hasil Uji Two Way ANNOVA pada Tabel 3 menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ yang mempunyai arti yaitu variabel independent (waktu kontak dan massa adsorben) terhadap variabel dependent (penurunan Kadar Fe) mendapat perbedaan signifikan. Dapat disimpulkan bahwa waktu kontak adsorpsi dan massa adsorben cangkang telur puyuh berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar Fe.

Tabel 3 Uji Two Way ANNOVA
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Penurunan Kadar Fe

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47.422 ^a	9	5.269	313.267	.000
Intercept	298.621	1	298.621	17753.909	.000
Massa	30.661	4	7.665	455.716	.000
Waktu	9.064	1	9.064	538.882	.000
Massa * Waktu	7.698	4	1.924	114.414	.000
Error	.336	20	.017		
Total	346.380	30			
Corrected Total	47.759	29			

a. R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .990)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa adsorben dari cangkang telur puyuh efektif mampu menurunkan kadar Fe pada lindi karena hasil akhir pengujian kadar Fe sudah berada di bawah baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Limbah Nomor 05 Tahun 2014 yaitu 5 mg/L. Perlakuan Terbaik untuk menurunkan kadar Fe adalah T₂M₅ (waktu kontak 60 menit dengan massa 2,5 g) dengan efisiensi penurunan sebesar 84,88% hingga kadar Fe mencapai 1,47 mg/L. Berdasarkan hasil uji *Two Way ANOVA* dengan nilai signifikansi $0,00 < 0,05$ disimpulkan bahwa waktu kontak dan massa adsorben cangkang telur puyuh berpengaruh terhadap penurunan kadar Fe.

DAFTAR PUSTAKA

- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, R., & Sumiyati, (2022). *Pengembangan Biogas Dari Sampah Untuk Energi Listrik Dan Bahan Bakar Kompor Di Tpa Cilowong, Kota Serang, Provinsi Banten*. Jurnal Keuangan Umum dan Akuntansi Terapan Vol. 2 No. 1, 48-51. <https://doi.org/10.31092/kuat.v2i1.823>
- Amalia, V. N., Oktorina, S., Setyowati, D. N. (2022). *Efisiensi Penyerapan Logam Besi (Fe) Menggunakan Adsorben Cangkang Telur Ayam Dengan Sistem Batch*. Jurnal Teknologi Technoscintia, Vol. 14 No. 2. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/technoscintia/article/view/3590/2801>
- Chen, G., Shan, R., Shi, J., and Yan, B. (2013). “*Ultrasonic-assisted production of biodiesel from transesterification of palm oil over ostrich eggshell-derived CaO catalysts*” *Bioresource Technology* 171, 428-432. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.08.102>
- Fatmawinir, Hamzar S., & Admin A. (2015). *Analisis sebaran logam berat pada aliran air dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah air dingin*. J. Riset Kimia. 8(2): 101-107. <https://doi.org/10.25077/jrk.v8i2.224>
- Isa, Y.M., Harripersadth, C., Musonge, P., Sayago, A., and Morales, M. G. (2020). “*The application of eggshells and sugarcane bagasse as potential biomaterials in the removal of heavy metals from aqueous solutions,*” *South African Journal of Chemical Engineering* 34 (1), 142-150. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2020.08.002>

- Lee, J. I., Kim, J. M., Yoo, S. C., Jho, E. H., Lee, C. G., and Park, S. J. (2022). "Restoring phosphorus from water to soil: Using calcined eggshells for P adsorption and subsequent application of the adsorbent as a P fertilizer," *Chemosphere* 287, article 132267. DOI:10.1016/j.chemosphere.2021.132267.
- Lunge, S., Thakre, D., Kamble, S., Labhsetwar, N., and Rayalu, S. (2012). "Alumina supported carbon composite material with exceptionally high defluoridation property from eggshell waste" *Journal of Hazardous Materials* 237, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.08.023>
- Mittal, A., Teotia, M., Soni, R., and Mittal, J. (2016). "Applications of eggshell and eggshell membrane as adsorbents: A review," *Journal of Molecular Liquids*. 223, 376-387. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.08.065>
- Ramos, B., de, P., Perez, I. D., Aliprandini, P., and Boina, R. F. (2022). "Cu²⁺, Cr³⁺, and Ni²⁺ in mono- and multi-component aqueous solution adsorbed in passion fruit peels in natura and physicochemically modified: A comparative approach," *Environ. Sci. Pollut. Res.* DOI: 10.1007/s11356-021-18132-8