

## Pemanfaatan Cangkang Telur Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar Tembaga (Cu) pada Air Sungai Sebamban Kabupaten Tanah Bumbu

### Utilization of Eggshells as Adsorbent in Reducing Copper (Cu) Level in Sebamban River Water, Tanah Bumbu Regency

Suci Sri Wulandari <sup>1\*</sup>

Tuti Alawiyah <sup>1</sup>

Kunti Nastiti <sup>1</sup>

Nur Hidayah <sup>1</sup>

Program Studi Sarjana Farmasi,  
Universitas Sari Mulia,  
Banjarmasin, Kalimantan  
Selatan, Indonesia

\*email: [wsuci760@gmail.com](mailto:wsuci760@gmail.com)

#### Abstrak

Sungai Sebamban merupakan sumber air yang digunakan untuk melakukan berbagai aktivitas masyarakat seperti, minum, mandi, memancing, dan lain-lain. Letak sungai sebamban yang berada disekitar wilayah pertambangan batu bara membuat sungai ini terkena dampak aktivitas manusia selama bertahun-tahun. Akibatnya Sungai Sebamban menjadi tercemar logam tembaga (Cu), untuk itu dilakukan upaya penurunan kadar tembaga dengan memanfaatkan senyawa Kalsium Karbonat yang terdapat pada cangkang telur bebek pelari (*anas platyrhynchos domesticus*). Penurunan kadar logam berat Cu dilakukan secara kuantitatif menggunakan jenis penelitian *True Eksperimental (Post Test Only Control Group Design)* berdasarkan variasi lama waktu kontak (20,40, dan 60) menggunakan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom dengan panjang gelombang 324,7 nm. Analisis *One-Way Anova* digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh secara statistik. Konsentrasi adsorben 0,75/25 ml sampel air sungai dengan variasi lama waktu kontak menunjukkan hasil penurunan masing-masing sebesar 21,31; 12,11; dan 2,08 ppm. Pada waktu 60 menit diperoleh persentase penurunan yang optimal sebesar 92,40%. Paparan serbuk cangkang telur pada sampel air sungai dengan variasi lama waktu kontak berpengaruh dalam menurunkan kadar Cu pada air sungai sebamban.

#### Kata Kunci:

*Anas Platyrhynchos Domesticus*  
Cangkang Telur Bebek  
Logam Tembaga  
Spektrofotometer Serapan  
Atom

#### Keywords:

*Anas Platyrhynchos Domesticus*  
Atomic Absorption  
Spectrophotometer  
Copper Metal  
Duck Eggshell

#### Abstract

*Sebamban River is a source of water used for various community activities such as drinking, bathing, fishing and others. The sebamban river is located in the vicinity of a coal mining area and has been affected by human activities for many years. Sebamban River became polluted with Copper (Cu) metal, efforts we made to reduce copper levels by utilizing Calcium Carbonat compounds found in the eggshells of ducks called "Pelari" (*anas platyrhynchos domesticus*). The decrease in Cu heavy metal levels was carried out quantitatively using the Experimental reseach type (Post Test Only Control Group design) based on variations in the length of contact time (20, 40 and 60) using an Atomic Absorption Spectrophotometer instrument with a wavelength of 324,7 nm. One-Way Anova analysis was used to statically analyze the data obtained. Concentration of adsorbent 0,75 g/25 ml river water samples with with a contact time of 20, 40, and 60 minutes showed a decrease of 21,31; 12,11; and 2,08 ppm, respectively. At 60 minutes, the optimal percentage reduction was 92,40%. Exposure of eggshell powder to river water samples with varying lengths of contact time has an effect in reducing Cu levels in Sebamban River water.*



© 2025 The Authors. Published by Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v1i12.9682>

## PENDAHULUAN

Sungai Sebamban merupakan sungai yang terletak di Desa Sebamban Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Air Sungai Sebamban merupakan sungai yang terkena dampak aktifitas manusia selama bertahun-tahun, Sungai Sebamban ini terletak diwilayah pertambangan batu bara yang telah beroperasi mulai dari tahun 2008 sampai dengan saat ini. Menurut

(Sulasmai & Ningsih, 2018), aktifitas industri seperti pertambangan batu bara akan menghasilkan limbah berbagai logam berat, satu diantaranya adalah tembaga (Cu). Adapun kadar logam tembaga yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengenai ambang batas cemaran logam Cu pada baku mutu air sungai yaitu 0,02 ppm.

Cemaran air Sungai Sebamban ini telah dibuktikan dengan adanya studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti dengan melakukan analisis keberadaan logam tembaga (Cu) dengan menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom, kandungan logam berat tembaga (Cu) diperoleh sejumlah 2,88 ppm. Hasil kandungan logam berat yang diperoleh menunjukkan bahwa air Sungai Sebamban mengandung cemaran logam berat tembaga (Cu) yang melebihi batas cemaran.

Pada hasil identifikasi logam berat Cu pada perairan Jetty Meulaboh di Aceh Barat oleh (Warni et al., 2017) menyatakan logam tembaga (Cu) diidentifikasi telah mencemari pelabuhan tersebut dengan kadar cemaran yang melebihi batas baku mutu Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC, 2000) yakni sebesar 288,7 mg/kg. Hal ini diperkuat karena hasil penelitian yang menyebutkan bahwa aktivitas pelabuhan tersebut merupakan tempat transit batu bara, bongkar muat batu-bara, dan aktivitas kapal pengangkut batu-bara, menyebabkan kontaminasi dan terakumulasi menjadi cemaran.

Ada berbagai macam adsorben yang berpotensi digunakan untuk mengurangi kadar cemaran logam berat tembaga (Cu). Istilah "adsorben" atau "penyerap" mengacu pada bahan yang diserap pada permukaan adsorben. Pemanfaatan berbagai adsorben dapat dilakukan sebagai upaya penurunan kadar akibat cemaran logam berat (Ugwu et al., 2020).

Limbah cangkang telur adalah jenis bahan yang memiliki kemampuan sebagai adsorben. Cangkang telur memiliki berbagai kandungan senyawa seperti Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) 94%, senyawa Magnesium Karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) 1%, dan senyawa Kalsium Fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) 4%. Selain itu, rentang pori cangkang telur mulai dari 7.000 hingga 17.000 diketahui berpotensi berfungsi sebagai adsorben (Dewi et al., 2022). Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) atau yang lebih dikenal sebagai batu kapur menjadi kandungan terbesar yang terdapat dalam cangkang telur yang termasuk sebagai adsorben polar

(Mahfudz et al., 2018). Berdasarkan penelitian (Dewi et al., 2022), untuk membandingkan cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek sebagai adsorben diperoleh hasil dimana cangkang telur ayam memiliki waktu ideal 45 menit dan massa yang ideal 125 mg/10 ml, dengan efektivitas adsorpsi 92,75%; sedangkan serbuk cangkang telur bebek memiliki potensi yang lebih besar dengan waktu yang lebih singkat yakni 30 menit dan massa yang ideal 125 mg/10 ml, dengan efektivitas adsorpsi 93,66% dalam menyerap logam berat jenis Pb.

Berdasarkan uraian diatas peneliti ingin melakukan penelitian tentang pemanfaatan cangkang telur sebagai adsorben dalam upaya menurunkan kadar tembaga (Cu) dalam air Sungai Sebamban akibat aktivitas pertambangan batu bara yang menimbulkan adanya cemaran logam berat dengan memanfaatkan kalsium karbonat yang terkandung di dalam cangkang telur bebek, menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

## METODOLOGI

### Alat dan Bahan

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) type AA-7001 dan *hotplate* digunakan pada penelitian ini. SSA digunakan untuk mengukur kadar tembaga (Cu) dalam sampel air Sungai Sebamban pada panjang gelombang 324,7 nm. Bahan yang digunakan terdiri dari, cangkang telur bebek pelari (*anas platyrhynchos domesticus*) yang diperoleh dari penjual martabak, air Sungai Sebamban,  $\text{HNO}_3$  pekat,  $\text{HClO}_4$  pekat, HCl 0,1 N,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  (standar tembaga 1000 ppm), dan aquades.

### Metode Pelaksanaan

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan jenis penelitian *True Eksperimental* dengan rancangan penelitian *Posttest Only Control Group Design*. Kategori kelompok kontrol merupakan sampel air Sungai Sebamban tanpa paparan adsorben cangkang telur bebek (*Anas platyrhynchos domesticus*), sedangkan

kelompok eksperimen merupakan sampel air Sungai Sebamban dengan paparan adsorben cangkang telur bebek (*Anas platyrhynchos domesticus*) dengan variasi lama waktu kontak 20; 40; dan 60 menit dengan massa adsorben 0,75g/25 ml air sungai untuk masing-masing lama waktu kontak.

### Prosedur Kerja

#### Pembuatan Adsorben Serbuk Cangkang Telur Bebek

Cangkang telur bebek dibersihkan dari kotoran menggunakan air mengalir, kemudian keringkan pada suhu 100°C selama 1 jam. Langkah selanjutnya, hancurkan dan haluskan cangkang telur yang sudah dikeringkan menggunakan blender, alu dan mortar, ayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk penyeragaman (Dewi et al., 2022). Adsorben serbuk cangkang telur bebek diaktivasi selama dua puluh empat jam dalam larutan HCl 0,1 N. Setelah itu, tiriskan adsorben, saring, kemudian bilas dengan aquades sampai pH netral (pH 7) tercapai. Setelah pH netral tercapai, adsorben dioven selama 180 menit pada suhu 100°C (Mahfudz et al., 2018). Aktivasi kimia dengan asam klorida (HCl) bertujuan untuk memperbesar pori-pori dari unsur pengganggu yang terikat dipermukaan pori, sehingga luas permukaan adsorben lebih optimal untuk menyerap ion Cu (Amanah et al., 2022).

#### Analisis Kuantitatif

##### 1) Destruksi Basah Sampel Air Sungai

Air Sungai Sebamban diambil di kedalaman kurang lebih 30 cm sebanyak 150 ml dari atas permukaan air sungai, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL, 5 mL HNO<sub>3</sub> p dan 3 mL HClO<sub>4</sub> ditambahkan ke dalam erlenmeyer berisi air sungai (Kristiyana et al., 2020). Panaskan di atas hotplate dengan suhu 105°C hingga volume berkurang setengah (50%) dari volume awal. Setelah sampel didestruksi, biarkan sampel hingga mencapai suhu ruang. Setelah

itu, filtrat dipisahkan dengan kertas saring Whatman (Susanto et al., 2021).

##### 2) Pembuatan Larutan Seri Standar Tembaga (Cu)

Larutan induk Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 1000 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml untuk membuat larutan standar Cu dengan seri 1; 5; 10; 15; 20; 25 ppm, kemudian encerkan dengan aquadest sampai tanda batas (Hanifah et al, 2022). Ukur serapan seri standar Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 324,7 nm (Badan Standar Nasional, 2009).

##### 3) Penentuan Adsorpsi Kadar Tembaga (Cu)

Timbang sebanyak 0,75 g serbuk cangkang telur bebek pelari (*Anas platyrhynchos domesticus*) masukkan ke dalam 3 gelas beker yang berbeda dan tambahkan sebanyak 25 ml larutan sampel air Sungai Sebamban yang telah didestruksi, dan beri label untuk kelompok kontrol tanpa perlakuan dan kelompok eksperimen dengan perlakuan paparan serbuk cangkang telur bebek. Sambil lakukan pengadukan dengan menggunakan magnetic stirrer di atas hotplate berdasarkan waktu kontak 20; 40; dan 60 menit dengan kecepatan 200 rpm, setelah waktu yang telah ditetapkan, saring sampel menggunakan kertas saring Whatman. Masukkan sampel air sungai ke dalam vial untuk kemudian dianalisis menggunakan SSA (Mohamad Mahani & Hamidon, 2021). Analisis dilakukan pengulangan pengukuran 10 kali menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Hitung konsentrasi kadar logam berat tembaga (Cu) sebagai berikut:

$$y = bx + a$$

Keterangan:

y = Absorbansi

a = Intercept

b = slope

x = konsentrasi

- 4) Analisis Penurunan Kadar Logam Tembaga (Cu)  
Analisis penurunan kadar logam tembaga (Cu) dilakukan berdasarkan variasi lama waktu kontak (20,40, dan 60 menit). Analisis kadar logam tembaga (Cu) diukur serapnya dengan pengulangan 10 kali menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), serapan dimasukkan kedalam rumus  $y = bx+a$ . Penurunan kadar logam tembaga (Cu) dihitung menggunakan rumus (Hasanah, 2022):

$$Ef = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

- Ef : Penurunan kadar tembaga (%)  
C<sub>0</sub> : konsentrasi awal  
C<sub>1</sub> : Konsentrasi akhir

### Validasi dan Reabilitas

- 1) Uji Linieritas  
Larutan seri standar tembaga (Cu) yang dibuat yakni, 1; 5; 10; 15; 20; 25 ppm digunakan untuk uji linieritas, diukur pada panjang gelombang 324,7 menggunakan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (Badan Standar Nasional, 2009).
- 2) Uji Akurasi  
Pipet 1 ml larutan seri standar tembaga 15 ppm ke dalam labu takar 50 ml, kemudian tambahkan sampel air sungai ke dalam labu takar, dan semuanya gojok. Metode Spektrofotometri Serapan Atom digunakan untuk mengukur larutan yang dibuat dan diulang pengukuran 10 kali. Data yang dikumpulkan dinilai dengan memastikan bahwa hasil uji akurasi memenuhi syarat keberterimaan antara 75-120% (Kristiyana et al., 2020)
- 3) Uji Presisi  
Pipet 1 ml larutan seri standar tembaga 15 ppm ke dalam labu takar 50 ml, kemudian tambahkan sampel air sungai ke dalam labu takar, dan semuanya gojok. Metode Spektrofotometri Serapan Atom digunakan untuk mengukur larutan, yang dibuat dan diulang pengukuran 10 kali (Ariq et al., 2022).

- 4) Uji LoD dan LoQ

Dipipet 0,5 ml larutan seri standar tembaga 15 ppm ke dalam labu takar 50 ml, kemudian tambahkan sampel air sungai ke dalam labu takar sampai tanda tara, homogenkan. Pengukuran dilakukan sebanyak 8 kali pengulangan untuk kemudian diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (Ariq et al, 2022).

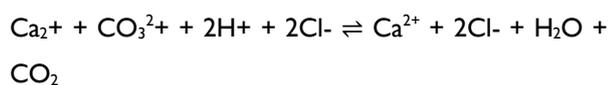
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar logam tembaga (Cu) menggunakan paparan cangkang telur bebek pelari (*Anas platyrhynchos domesticus*). Sebelumnya telah dilakukan studi pendahuluan kadar Cu (tembaga) pada sampel air didapatkan hasil 2,88 ppm, dimana hasil yang diperoleh melebihi atau melewati ambang batas kadar cemaran Cu pada air sungai menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengenai baku mutu air sungai.

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu membuat adsorben cangkang telur bebek dengan mencucinya dengan bersih dari kotoran yang masih menempel pada cangkang, selanjutnya cangkang telur bebek dibagi menjadi beberapa bagian untuk dikeringkan selama satu jam dalam oven pada suhu 100°C. Setelah itu, cangkang telur yang kering dihaluskan dengan blender. Cangkang telur yang sudah diblender diayak menggunakan ayakan 100 mesh (Dewi et al., 2022).

Serbuk cangkang telur yang telah dihaluskan direndaman HCl p selama 24 jam. Adapun tujuan dari perendaman yaitu untuk menghilangkan pengotor atau unsur pengganggu dan dapat membersihkan pori-pori di permukaan serbuk cangkang telur, sehingga memungkinkan adsorben serbuk cangkang telur menyerap ion Cu dengan lebih baik. Menurut (Fengel & Gerd, 1995) dalam penelitian yang dilakukan (Firmanto et al., 2021) menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi

adsorben dengan aktivasi lebih besar dari pada adsorben tanpa aktivasi. Ini menunjukkan bahwa aktivasi dapat menghasilkan peningkatan pori-pori pada permukaan adsorben. Zat yang menyerap tersebut merupakan adsorben, sedangkan zat terserap disebut adsorbat. Adapun reaksi cangkang telur yang diaktivasi menggunakan HCl sebagai berikut (Amanah et al., 2022):



Cangkang telur bebek yang sudah direndam menggunakan HCl pekat dinetralkan dengan menggunakan aquadest hingga pH netral 7. Hal di atas telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Amanah et al., 2022), yang menunjukkan bahwa penambahan HCl P untuk aktivasi membuat luas permukaan adsorben lebih besar. Dalam penelitian lain (Jasinda, 2013), cangkang telur memiliki luas permukaan yang lebih kecil saat tidak diaktivasi, namun memiliki luas permukaan yang lebih besar pada cangkang telur yang telah diaktivasi.

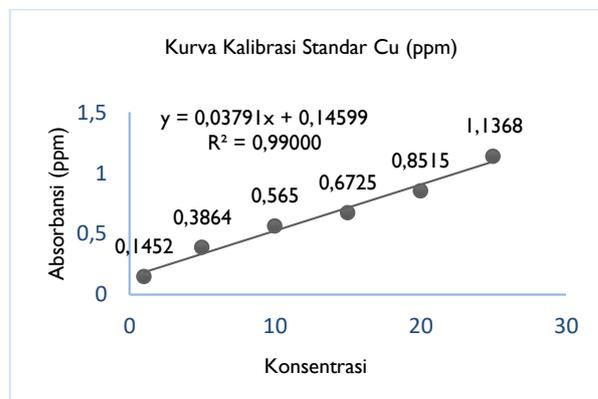
Uji kuantitatif dimulai dengan mengukur serapan larutan standar menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang kemudian diperoleh panjang gelombang 324,7 nm (Badan Standar Naional, 2009).

**Tabel I.** Absorbansi serapan standar tembaga (Cu)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata
	I.1	I.2	I.3	
1,00	0,1452	0,1452	0,1452	0,1452
5,00	0,3864	0,3864	0,3864	0,3864
10,00	0,5650	0,5650	0,5650	0,5650
15,00	0,6725	0,6725	0,6725	0,6725
20,00	0,8515	0,8515	0,8515	0,8515
25,00	1,1368	0,1368	0,1368	0,1368

Berdasarkan hasil pengukuran nilai absorbansi dari larutan standar pada Tabel I dengan konsentrasi 1; 5; 10; 15; 20; dan 25 ppm, nilai r diperoleh sebesar 0,9900, yang menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi (r) memenuhi syarat. Nilai maksimum r adalah 1, yang

menunjukkan bahwa ada koefisien korelasi yang tepat antara konsentrasi dan absorbansi (Romsiah et al., 2017) Kurva hasil absorbansi serapan standar tembaga (Cu) dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



**Gambar I.** Kurva kalibrasi standar Cu (tembaga)

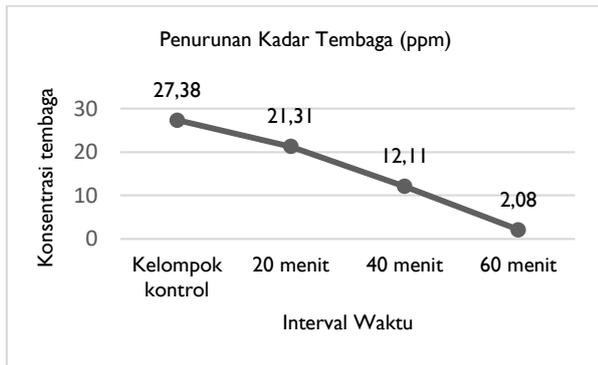
Penelitian penurunan kadar tembaga dilakukan dengan mengelompokkan antara kelompok kontrol (tanpa penambahan adsorben) dan kelompok eksperimen (dengan penambahan adsorben). Masing-masing gelas beker berisi sampel air Sungai Sebanban yang ditambahkan adsorben serbuk cangkang telur bebek sebanyak 0,75 g/25 ml sampel air sungai diletakkan diatas hotplate diaduk menggunakan magnetic stirrer pada variasi waktu 20; 40; dan 60 menit.

**Tabel II.** Kadar Cu (tembaga) sampel air sungai sebanban pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimental

Waktu	Absorbansi	Massa Serbuk Cangkang Telur (g)	Kadar Tembaga (ppm)
Kontrol	1.0890	0	27,38
20 menit	0.9541	0,75	21,31
40 menit	0.6052	0,75	12,11
60 menit	0.2252	0,75	2,08

Diperoleh hasil penurunan kadar seperti yang terlihat pada Tabel II, dimana hasil pengukuran kadar awal tembaga (Cu) yakni kelompok kontrol diperoleh sebesar 27,38 ppm. Pada kelompok eksperimen yang telah dipaparkan serbuk cangkang telur bebek pada waktu kontak 20, 40, dan 60 menit menunjukkan penurunan kadar sebesar 21,31; 12,11; dan 2,08 ppm.

Kurva penurunan kadar tembaga (Cu) dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.

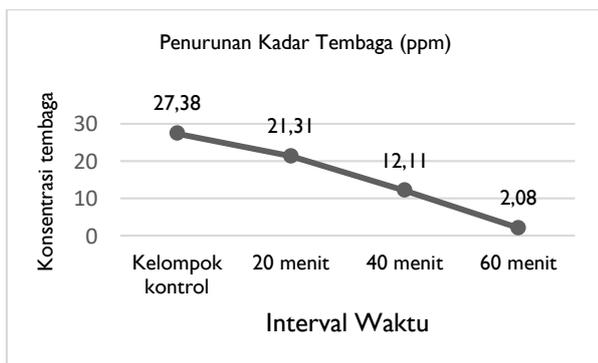


**Gambar II.** Kurva penurunan kadar tembaga (Cu)

**Tabel III.** Persentase penurunan kadar Cu (tembaga) sampel air sungai sebamban

Waktu	Sebelum Perlakuan (ppm)	Setelah Perlakuan (ppm)	Penurunan Kadar Tembaga (%)
Kontrol	27,38	27,38	0
20 menit	27,38	21,31	22,16
40 menit	27,38	12,11	55,77
60 menit	27,38	2,08	92,40

Adapun persentase penurunan kadar tembaga Cu pada masing-masing lama waktu kontak seperti yang terlihat pada tabel III yakni, 22,16; 55,77; 92,40%. Kurva enurunan kadar tembaga (Cu) dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



**Gambar III.** Kurva penurunan kadar tembaga (ppm)

Dari ketiga sampel air Sungai Sebamban yang dipaparkan serbuk cangkang telur bebek terlihat pada masing-masing lama waktu kontak terdapat penurunan kadar tembaga (Cu), dimana penurunan kadar Cu yang optimal ditetapkan pada waktu 60 menit jumlah kadar yang paling sedikit sebesar 2,08 ppm dan jumlah persentase penurunan kadar yang paling besar, yakni 92,40%.

Dalam waktu 20 dan 40 menit, penyerapan adsorpsi lebih rendah daripada waktu 60 menit. Ini karena waktu kontak yang diperlukan oleh adsorben untuk berinteraksi dengan kandungan logam dalam sampel air belum cukup, sehingga permukaan adsorben belum terisi sepenuhnya dengan adsorbat. Nilai kadar waktu 60 dikatakan optimal karena kapasitas adsorpsi mencapai nilai maksimum, kondisi yang optimal untuk proses adsorpsi juga dapat menghasilkan tingkat adsorpsi yang tinggi (Herawati *et al.*, 2018). Semakin lama larutan berada dalam kontak dengan adsorben, semakin banyak pula adsorben yang menempel pada permukaan adsorben (Zulfania *et al.*, 2022). Penggunaan cangkang telur dapat mengurangi kadar cemaran logam berat sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Dewi *et al.*, 2022), cangkang telur ayam dapat menurunkan kadar Pb sebesar 92,75% dengan massa ideal 125 mg dalam 45 menit. sedangkan, cangkang telur bebek dapat menurunkan kadar Pb sebesar 93,66% dengan massa ideal 125 mg dalam 30 menit.

Meskipun demikian penurunan kadar paling optimum pada lama waktu kontak 60 menit masih belum bisa menurunkan kadar tembaga sesuai ketentuan yang diatur pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengenai baku mutu air sungai yaitu, 0,02 ppm. Jenis adsorben, jenis zat yang diserap, nilai pH, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi, dan suhu adalah beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Amanah *et al.*, 2022).

Mekanisme adsorpsi logam berat Cu berinteraksi dengan senyawa CaCO<sub>3</sub> dan mengalami pertukaran ion, dimana ion Ca<sup>2+</sup> berpindah dari permukaan cangkang telur ke larutan sampel dan ion Cu<sup>2+</sup> dari larutan sampel berpindah terserap ke permukaan cangkang telur (Amanah et al., 2022). Residu padatan yang dihasilkan dari penyaringan kemudian dibuang dari cangkang telur yang teraktivasi asam yang mengandung senyawa CaCO<sub>3</sub> yang mengikat Cu<sup>2+</sup> (Kurnyawaty et al, 2020). Adapun reaksi adsorpsi pada senyawa CaCO<sub>3</sub> dengan logam berat Cu sebagai berikut (Amanah et al., 2022):



Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh (Wierzba et al., 2022) peran senyawa CaCO<sub>3</sub> bersama dengan adsorben dalam penghilangan logam berat Cu memiliki efek optimalisasi sekitar 80% dalam waktu 1 jam. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Khayyun & Mseer, 2019), menyatakan bahwa penghilangan logam berat Cu mengalami penurunan 7,04 menjadi 1,72 ppm dengan menggunakan adsorben batu kapur (batu gamping) layak secara teknis dan memiliki nilai efisien tinggi.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada Air Sungai Sebampan, Sungai Sebampan positif mengandung cemaran logam berat jenis tembaga (Cu) yang sangat tinggi yang melebihi ambang batas baku mutu air sungai mengenai kadar tembaga (Cu) yang ditetapkan, karena adanya buangan limbah yang ditampung dari hasil pertambangan batu bara disekitar Sungai Sebampan, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Hal tersebut menjadi perhatian untuk masyarakat maupun bagi pemerintah setempat untuk lebih memperhatikan upaya/tindakan yang bisa dilakukan untuk dapat mengurangi kadar cemaran logam berat jenis tembaga.

Dalam penelitian ini dilakukan uji validitas dan reabilitas untuk mengevaluasi kemampuan alat ukur untuk mengukur sesuatu yang ingin diukur dan mengevaluasi seberapa jauh hasil pengukuran dapat dipercaya keasliannya (Yusup, 2018). Akurasi adalah ketepatan

metode untuk menganalisis atau ketelitian antara nilai-nilai yang diukur dengan akurasi atau dengan nilai sebenarnya, yang diukur sebagai banyaknya analit yang diperoleh kembali pada suatu pengukuran (Malik, 2023).

**Tabel IV.** Uji akurasi penetapan kadar Cu (tembaga) pada sampel air sungai sebampan

Replikasi	Absorbansi Sampel	Recovery (%)
1	1,2005	88,52
2	1,1526	81,39
3	1,0948	72,80
4	1,1710	84,13
5	1,1761	84,89
6	1,1072	74,64
7	1,1376	79,16
8	1,1155	75,88
9	1,1111	75,22
10	1,1006	73,66
Rata-rata recovery (%)		79,03%

Pengujian Recovery yang dihasilkan terlihat pada Tabel IV setelah dirata-rata diperoleh hasil persentase recovery (perolehan kembali) sebesar 79,03%. Hasil tersebut menunjukkan persentase perolehan kembali telah memenuhi syarat persentase keberterimaan 75-120% (Kristiyana, et al 2020).

Presisi merupakan ketetapan beberapa data pengukuran yang sama yang dilakukan dengan pengulangan. Dengan kata lain presisi disebut juga dengan kedekatan hasil yang diterima baik. Semakin hasil presisi mendekati nilai-nilai hasil pengulangan pengukuran, semakin presisi pengukuran tersebut (Malik, 2023).

**Tabel V.** Uji presisi penetapan kadar Cu (tembaga) pada sampel air sungai sebamban

Replikasi	Absorbansi sampel
1	1,2005
2	1,1526
3	1,0948
4	1,1710
5	1,1761
6	1,1072
7	1,1376
8	1,1155
9	1,1111
10	1,1006
SD	0,036647
%RSD	3,2243

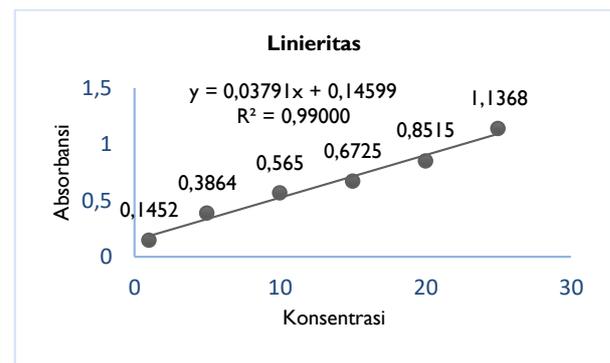
Pada Tabel V diperoleh hasil uji presisi %RSD 3,2243. Hasil yang diperoleh telah memenuhi syarat keberterimaan dengan nilai presisi repeatability dan reproducibility RSD < 5%. (Cahyadi et al., 2019).

Untuk menguji linieritas, seri larutan standar yang terdiri dari setidaknya empat konsentrasi berbeda digunakan dalam pengujian. Linieritas dimaksudkan untuk mengetahui apakah hubungan antara dua variabel adalah linear atau tidak signifikan (Rosalina et al., 2023). Koefisien korelasi (r) menjadi parameter kelinieran yang digunakan untuk analisis regresi linier dengan rumus  $y = bx + a$ .

**Tabel VI.** Hasil Linieritas Spektrofotometer Serapan Atom

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata
	1.1	1.2	1.3	
1,00	0,1452	0,1452	0,1452	0,1452
5,00	0,3864	0,3864	0,3864	0,3864
10,00	0,5650	0,5650	0,5650	0,5650
15,00	0,6725	0,6725	0,6725	0,6725
20,00	0,8515	0,8515	0,8515	0,8515
25,00	0,1368	0,1368	0,1368	0,1368

Hasil uji linieritas ditunjukkan dalam tabel VI, dimana diperoleh hasil yang bersifat linear atau membentuk garis lurus dan memperoleh nilai r (koefisien korelasi) yakni, 0,99000 yang mana nilai yang diperoleh masuk dalam kategori baik pada rentang  $0,95 < r < 0,99$ . Hal tersebut berarti linieritas terpenuhi dengan nilai koefisien korelasi (r) mendekati atau sama dengan satu (Riyanto, 2014). Grafik linieritas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Batas limit deteksi (LoD) adalah konsentrasi analit yang paling kecil dalam sampel yang masih bisa diukur dan memenuhi standar cermat (presisi) dan akurasi (seksama). Di sisi lain, LoD adalah konsentrasi analit yang paling kecil dalam sampel yang masih dapat diukur yang dibandingkan dengan blanko, tetap memberikan tanggapan relevan (Riyanto, 2014).

**Tabel VII.** Hasil Nilai Batas Deteksi (LoD) dan Nilai Batas Kuantitas (LoQ)

No	Absorbansi (Xi)	X Bar	Xi-X Bar
1	1,1517	1,185538	-0,03384
2	1,1916	1,185538	0,006062
3	1,2052	1,185538	0,019662
4	1,1768	1,185538	-0,00874
5	1,1801	1,122333	0,057767
6	1,2085	1,07432	0,13418
7	1,229	1,035282	0,193718
8	1,1414	1,00125	0,14015
	SD		0,029371
	LOD		0,088113
	LOQ		0,293711

Perolehan data pada uji LoD yang ditunjukkan dalam Tabel VII diperoleh sebesar 0,088113. Nilai tersebut menunjukkan bahwa alat SSA yang digunakan masih dapat menghitung konsentrasi analit. Dengan demikian, apabila konsentrasi logam tembaga pada sampel air Sungai Sebamban lebih besar dari limit deteksi 0,088113, maka sampel tersebut dapat dianggap sebagai tanda dari analit yang masih dapat terbaca. Jika konsentrasi analit lebih kecil dari hasil limit deteksi yang diperoleh atau jika konsentrasi analit dapat dikatakan di bawah nilai limit deteksi, sinyal yang ditangkap oleh alat akan menjadi noise sepenuhnya dan tidak dapat dipercaya (Ratnawati et al, 2019). Pada Tabel VII juga diperoleh nilai batas kuantitas (LoQ) diperoleh sebesar 0,293711, nilai yang diperoleh tersebut menunjukkan konsentrasi analit terendah yang terkuantitas. Batas rentang kerja yang harus dicapai dalam pengukuran ditentukan oleh nilai batas kuantitas (LoQ) (Ratnawati et al, 2019).

Nilai konsentrasi kadar logam tembaga (Cu) yang telah diperoleh dirumuskan dalam pengujian SPSS agar dapat mengetahui apakah terdapat pengaruh perbedaan yang signifikan atau tidak dalam perhitungan kadar konsentrasi Cu (tembaga) yang dilakukan. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan jenis analisis One Way-Anova. Syarat uji One Way-Anova dimulai dengan melakukan uji prasyarat dengan menguji normalitas suatu data yang diperoleh, dengan kata lain sebuah data berdistribusi normal harus terpenuhi. Data yang tidak berdistribusi normal tidak dapat diteruskan ke uji statistik selanjutnya (Rosalina et al., 2023).

**Tabel VIII.** Normalitas Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Cu (tembaga)

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar_Cu	.203	40	<.001	.864	40	.000

Perolehan hasil uji normalitas pada tabel VIII yaitu memiliki nilai signifikansi 0,000 dimana hasil yang diperoleh <0,05, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Hasil ini tidak sesuai dengan hipotesis uji normalitas, yang mengatakan bahwa data dianggap terdistribusi normal jika nilai signifikansi >0,05 dan tidak normal jika nilai signifikansi <0,05 (Rosalina et al., 2023).

**Tabel IX.** Homogenitas Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Cu (tembaga)

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kadar_Cu	Based on Mean	2.577	3	36	.069
	Based on Median	1.647	3	36	.196
	Based on Median and with adjusted df	1.647	3	19.503	.211
	Based on trimmed mean	2.427	3	36	.081

Perolehan hasil uji pada tabel IX data berdistribusi homogen yaitu 0,069 dimana data >0,05, artinya data berdistribusi homogen. Namun karena salah satu dari dua uji prasyarat tidak terpenuhi maka uji One Way-Anova dilanjutkan dengan uji non parametrik yakni uji Kruskal Wallis. Uji Kruskal Wallis masuk dalam jenis uji statistik non parameterik yang digunakan untuk menentukan apakah antara variabel independen dan variabel dependen memiliki perbedaan yang signifikan (Jamco & Balami, 2022).

**Tabel X.** Uji Kruskal Wallis Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Cu (tembaga)

Kruskal Wallis Test		Kadar_Cu
Kruskal-Wallis H		25.812
df		2
Asymp. Sig.		.001

Hasil uji Kruskal Wallis Pada Tabel 10 uji Kruskal Wallis memiliki nilai 0,001, artinya nilai tersebut < 0,05 maka Ha diterima dengan kata lain terdapat pengaruh yang signifikan antara lama waktu kontak terhadap penurunan kadar Cu.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada air Sungai Sebamban, Sungai Sebamban positif mengandung cemaran logam berat jenis tembaga (Cu) yang sangat melebihi ambang batas baku mutu air sungai, dimana kadar logam Cu pada air Sungai Sebamban sebelum ditambahkan adsorben serbuk cangkang telur bebek adalah sebesar 27,38 ppm. Hasil kadar logam tembaga (Cu) setelah dipaparkan adsorben cangkang telur bebek pada waktu 20; 40; dan 60 menit mengalami penurunan kadar sebesar 21,31; 12,11; 2,08 ppm, dengan persentase penurunan kadar sebanyak 22,16; 55,77; dan 92,40%. Berdasarkan analisis menggunakan uji statistik yang dilakukan, masing-masing interval lama waktu kontak terdapat pengaruh terhadap penurunan kadar logam Cu yang dipaparkan adsorben cangkang telur bebek.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Universitas Sari Mulia dan pihak-pihak yang telah berpartisipasi dalam mempersiapkan, menyusun, dan melaksanakan hingga menyelesaikan penelitian yang dilakukan.

## REFERENSI

- Amanah, I. N. 2022. Pengaruh Jenis Asam Pada Aktivasi Cangkang Telur Sebagai Adsorben Logam Cu Pada Air Kolon', Snppm, Pp. 117–122.
- Ariq, M. R., Afriani, M.Si., K., Zuliandanu, D., & Suhartini, S. 2022. Verifikasi Metode Uji Penetapan Kadar Tembaga (Cu) dalam Air Permukaan secara Spektrofotometri Serapan Atom.

- Warta Akab, 46(1), 1–6. <https://doi.org/10.55075/wa.v46i1.5>
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), 2000. ANZECC interim sediment quality I. Report for the environmental research institute of the supervising scientist. Sydney, Australia.
- Cahyadi, D., Hadiwijaya, I., dan Arsyansyah, M. 2019. Verifikasi Pengujian Kandungan Perak Nitrat dalam Tinta Pemilu dengan Titrasi Argentometri Metode Volhard. Prosiding PPS. Hal. 75-82. Semarang
- Dewi, L., Hadiesobroto, G., & Hesty Nur Hanifah. 2022. Potensi Cangkang Telur Ayam Dan Cangkang Telur Bebek Sebagai Bioadsorben Logam Pb Dari Limbah Cair Industri Farmasi. Kovalen: Jurnal Riset Kimia, 8(3), 314–325. <https://doi.org/10.22487/Kovalen.2022.V8.I3.16133>
- Firmanto, R. P., Setyowati, R. D. N., & Suprayogi, D. 2021. Kemampuan Adsorben dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati Terhadap Penurunan Kandungan Timbal (Pb) pada Limbah Cair dengan Menggunakan Sistem Batch. Journal of Research and Technology, Vol. 7 No.(2), 195–206.
- Hasanah, H. 2022. Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Baung Dengan Filtrat Jeruk Purut (Citrus hystrix) SKRIPSI'. Banjarmasin, p. 32.
- Khayyun, T. S., & Mseer, A. H. 2019. Comparison of the experimental results with the Langmuir and Freundlich models for copper removal on limestone adsorbent. Applied Water Science, 9(8), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1061-2>
- Kristiyana, Prasetya, A. T., & Kasmui. 2020. Perbandingan Metode Destruksi Sedimen Sungai Kaligarang pada Analisis Logam Cu Menggunakan Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS). Indonesian Journal of Chemical Science, 9(2), 99–105. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Kurnyawaty, N., Fitriyana., Kusumattaqiin, F., Rinda, R.S.P., Andira, A. 2020. Identifikasi Potensi Cangkang Kerang Darah Lokal Desa Kutai Lama Dan Pemanfaatannya Umtuk Penurunan Kadar Logam Besi (Fe). Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 17-22.
- Mahfudz, M. K., Utami, F. P., & Fitriyanto, S. 2018. Pemanfaatan Cangkang Telur Gallus Sp . Sebagai Adsorben Kadmium ( Cd ) Pada Limbah Cair Industri Batik Pendahuluan Sektor Industri Di Indonesia Terus

- Berkembang Mulai Industri Rumah Tangga Hingga Industri Besar . Industri Yang Menghasilkan Produk Sandang. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 35(2), 103–110. M. Nasir (2019) *Spektrofotometri Serapan Atom*. I. Edited by Ibnu Khaldun. Banda Aceh, Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Mohamad Mahani, N. A. A., & Hamidon, N. 2021. Eggshell Powder as an Adsorbent for Removal of Lead (II) in Panchor's River. *Journal of Advanced Industrial Technology and Application*, 02(02), 42–49. <https://doi.org/10.30880/jaita.2021.02.02.005>
- Nasional, B. S. 2009. Air dan Air Limbah - Bagian :6 Cara Uji tembaga (Cu) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) - Nyala. Badan Standarisasi Nasional, 1–9.
- Purwanto, T. T. I. K. S. N. 2021. *Antioksidan dan Kesehatan*. I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ratnawati, N. A., Tri Prasetya, A., & Rahayu, E. F. 2019. Indonesian Journal of Chemical Science Validasi Metode Pengujian Logam Berat Timbal (Pb) dengan Destruksi Basah Menggunakan FAAS dalam Sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *J. Chem. Sci*, 8(1), 60–69. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Romsiah, Sintya Lara Marista, A. F. 2017. Validasi Metode dan Penetapan Kadar Nitrit (NO<sub>2</sub>-) pada Sosis Sapi Curah dan Sosis Sapi Kaleng Yang Dijual di Swalayan Kota Palembang Secara Spektrofotometri UV-VIS. 7(2).
- Sulasmi, S., & Ningsih, D. P. 2018. Pertambangan di Tanah Bumbu: Dampak Hidrologis dan Solusi. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 34(11), 4–7.
- Susanto, A., Mulyani, T., & Nugraha, S. 2021. Validasi Metode Analisis Penentuan Kadar Logam Berat Pb, Cd dan Cr Terlarut dalam Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry Prodigy7. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 191–200. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.191-200>
- Ugwu, E. I., Tursunov, O., Kodirov, D., Shaker, L. M., Al-Amiery, A. A., Yangibaeva, I., & Shavkarov, F. (2020). Adsorption mechanisms for heavy metal removal using low cost adsorbents: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012166>
- Warni, D., Karina, S., Nurfadillah, N., Studi Ilmu Kelautan, P., Kelautan Dan Perikanan, F., Syiah Kuala, U., Studi Budidaya Perairan, P., Syiah Kuala Darussalam, U., & Aceh, B. 2017. Analisis Logam Pb, Mn, Cu, Dan Cd Pada Sedimen Di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat Analysis Of Heavy Metal Pb, Mn, Cu And Cd On Sediment At Jetty Port Meulaboh, Aceh Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(2), 246–253.
- Wierzba, S. et al. 2022. Role of calcium carbonate in the process of heavy metal biosorption from solutions: synergy of metal removal mechanisms', *Scientific Reports*, 12(1), pp. 1–13. doi:10.1038/s41598-022-22603-4.
- Yusup, F. 2018. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif, *Jurnal Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7 No.1(1), pp. 17–23. doi:10.21831/jorpres.v13i1.12884
- Zulfania, Febbi; Aribadin; Rif'an Fathoni, A. M. N. 2019. Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu Dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (Zea Mays). *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 27. <https://doi.org/10.30872/Cmg.V3i2.3581>