

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS CANGKANG TELUR AYAM DAN CANGKANG TELUR BEBEK SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM Zn DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)

Hesty Nuur Hanifah, Ginayanti Hadisoebroto, Cucun Cunayah, Diyanti Alma, Ita Inayah

Jurusan Farmasi, Universitas Al-Ghifari

ABSTRAK

Logam Seng (Zn) merupakan salah satu logam berat yang banyak ditemukan di perairan dan berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan jika kadarnya sudah melebihi ambang batas yaitu 0,05 mg/L. Salah satu cara untuk mengurangi dampak pencemaran perairan dapat dilakukan dengan pemanfaatan limbah sebagai adsorben. Cangkang telur memiliki 10.000-20.000 pori-pori, CaCO_3 dan protein asam mukopolisakarida sehingga dapat digunakan sebagai bioadsorben. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perbandingan efektivitas antara cangkang telur ayam dan bebek melalui penentuan pH optimum, waktu kontak optimum dan massa optimum, serta mengetahui karakteristik bioadsorben diantaranya analisis kadar air, daya serap terhadap methylene blue dan iodine serta SEM-EDS. Penetapan kadar Zn diukur menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom pada panjang gelombang 213,9 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk cangkang telur ayam mengadsorpsi Zn pada pH optimum 6, waktu kontak optimum 75 menit, dan massa optimum 400 mg dengan efektivitas adsorpsi 99,44%. Sedangkan cangkang telur bebek pada pH 6, waktu kontak optimum 60 menit, dan massa optimum 500 mg dengan efektivitas adsorpsi 99,55%.

Kata Kunci : cangkang telur ayam, cangkang telur bebek, bioadsorben, logam berat Zn.

ABSTRACT

Zinc (Zn) is one of the heavymetals that is commonly found in waters and has a negative impact on health if its levels have exceeded the threshold of 0.05 mg/L. One way to reduce the impact of water pollution can be to use waste as an adsorbent.. Eggshells has 10,000-20,000 pores, CaCO_3 and mucopolysaccharide acid protein so that it can be used as a bioadsorbent. The purpose of this study was to determine the effectiveness comparison between chicken eggshells and duck eggshells by determining the optimum pH, optimum contact time and optimum mass, and to determine the characteristic of bioadsorbents including water content analysis, absorption of methylene blue, iodine and SEM-EDS. The method of Zn content was measured using by Atomic Absorption Spectrophotometry at a wavelength of 213,9 nm. The results of this study showed that chicken eggshells adsorp Zn at optimum pH of 6, with the required optimum contact 75 minutes with a mass of 400 mg which adsorption effectiveness of 99.44%. While duck eggshells optimum of pH 6, with optimum contact time of 60 minutes, with optimum mass 500 mg with an adsorption effectiveness of 99,55%.

Keywords : chicken eggshells, duck eggshells bioadsorbent, heavymetals Zn.

PENDAHULUAN

Pencemaran yang disebabkan oleh bahan kimia pada umumnya disebabkan oleh bahan kimia organik maupun anorganik (khususnya pencemaran logam-logam berat).

Logam- logam berat ini dapat menumpuk dalam tubuh manusia, hewan, tumbuhan yang akhirnya meracuni sistem kekebalan tubuh (Nasution.,dkk 2015). Salah satu logam berat yang dapat menimbulkan dampak negatif bila kadarnya melebihi batas adalah Zink (Zn).

Ambang batas yang sudah ditetapkan dalam PP No.82 tahun 2001 yaitu 0,05 mg/L. Walaupun pada konsentrasi rendah, efek ion logam berat dapat berpengaruh langsung hingga terakumulasi pada rantai makanan (Darmayanti dkk., 2012).

Usaha untuk mengurangi dampak pencemaran perairan dapat dilakukan dengan beberapa hal yang salah satunya yaitu pemanfaatan limbah sebagai bioadsorben. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bioadsorben adalah cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek. Selama ini potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar, namun potensi tersebut hingga saat ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal (Asip dkk., 2008).

Setiap cangkang telur memiliki hingga 10.000-20.000 pori-pori yang terdapat kandungan seperti struktur pori kalsium karbonat (CaCO_3), dimana kalsium karbonat merupakan kandungan terbesar pada cangkang telur yang termasuk ke dalam adsorben polar, dan protein asam mukopolisakarida yang diperkirakan dapat menyerap suatu solute dan dapat menjadi adsorben (Susanto dkk., 2017). Berdasarkan komposisi mineral yang ada, cangkang telur tersusun atas $\text{CaCO}_3 = 98,41\%$, $\text{MgCO}_3 = 0,84\%$ dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 0,75\%$ (Jamila, 2014).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Misfadhila dkk., (2018) bahwa serbuk cangkang telur memiliki kapasitas penyerapan yang relatif tinggi bila dibandingkan dengan karbon aktif. Dengan berat adsorben sebanyak 1 gram, jumlah logam timbal tertinggi yang diserap oleh adsorben cangkang telur yaitu pada konsentrasi 432,05 mg/L sebanyak 21,60 mg/g. Sedangkan jumlah logam timbal tertinggi yang terserap oleh adsorben karbon aktif yaitu pada konsentrasi 858,2 mg/L sebanyak 7,26 mg/g. Persen efektivitas penyerapan timbal tertinggi menggunakan adsorben cangkang telur yaitu 99,98% pada konsentrasi 432,05 mg/L sedangkan menggunakan adsorben karbon aktif yaitu 56,14 % pada konsentrasi 35,03 mg/L. Dari penelitian terdahulu, belum ditemukan adanya penelitian mengenai perbandingan efektivitas antara cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek sebagai bioadsorben logam Zn.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk menentukan perbandingan efektivitas antara cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek sebagai

bioadsorben dalam mengadsorpsi logam Zn dengan metode penentuan pH optimum, waktu kontak optimum dan massa optimum menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) serta mengetahui karakter bioadsorben cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 diantaranya analisis kadar air, daya serap terhadap methylene blue, daya serap terhadap iodine dan Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectrometry (SEM-EDS).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya timbangan analitik, ayakan ukuran 100 mesh, oven, blender, stopwatch, gelas beaker, crucible, kertas saring whatman 40, cawan porselen, tungku pembakaran, vacuum buchner, magnetic stirrer, pipet ukur, labu ukur, pH meter, pH universal, erlenmeyer, Spektrofotometri UV-Vis, Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), lampu hollow katoda Zn, SEM Hitachi SU3500 With EDAX Octane Pro.

Bahan

Bahan yang digunakan diantaranya cangkang telur ayam, cangkang telur bebek, H_3PO_4 4N, larutan methylene blue, larutan iodine 0,125 N, larutan natrium tiosulfat, indikator amilum, aquadest, HNO_3 , NaOH, HCl, larutan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$.

Pengumpulan Bahan

Cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek diperoleh dari penjual martabak dan nasi goreng yang berada di daerah Cisaranten Kulon, Arcamanik, Kota Bandung, Jawa Barat.

Persiapan Adsorben Cangkang Telur

Cangkang telur ayam dicuci menggunakan air bersih dan dihilangkan dari kotoran yang melekat pada cangkang telur, kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 4 jam. Cangkang telur ayam dihaluskan menggunakan blender. Serbuk cangkang telur ayam diayak dengan ukuran mesh no.100, prosedur yang sama dilakukan terhadap cangkang telur bebek (Wahyuni & Mulyatna, 2007).

Analisis Kadar Air

Sebanyak 1 g serbuk cangkang telur ayam ditempatkan pada cawan porselen yang

telah diketahui berat massanya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga diperoleh massa konstan kemudian diinginkan. Lalu ditimbang lagi bobotnya dan dihitung kadarnya sesuai dengan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100 \%$$

Prosedur yang sama dilakukan terhadap serbuk cangkang telur bebek.

Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectrometry (SEM-EDS)

Sebelum proses berlangsung, sampel harus dipreparasi terlebih dahulu dengan cara pelapisan sampel (*coating*). Sampel ditempelkan dengan selotip karbon lalu sampel diletakkan pada permukaan selotip dan sisa serbuk yang tidak dapat menempel harus dibersihkan sehingga tidak mengganggu alat vakum dan letakan sampel pada sample holder (Wardi dkk., 2019).

Pembuatan Larutan Standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ Konsentrasi 100 ppm

Sebanyak 10 mL larutan induk $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 1000 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 1 mL HNO_3 1%, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai tanda batas dan dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ Konsentrasi 10 ppm

Sebanyak 10 mL larutan induk $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 100 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai tanda batas dan dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Seri Standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

Sebanyak 0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 mL larutan standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 10 ppm dimasukkan ke dalam 5 buah labu ukur 25 mL, kemudian encerkan dengan aquadest sampai tanda batas dan dihomogenkan sehingga diperoleh konsentrasi larutan seri standar Zn 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 ppm.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Larutan blanko (0,0) ppm diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang yang sesuai untuk logam Zn yaitu 213,9 nm. Perlakuan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali. Dilakukan hal yang sama untuk larutan seri standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 ppm. Selanjutnya membuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi ($y = bx + a$) sehingga diperoleh nilai r yang merupakan koefisien korelasi (nilai r mendekati 1) dari kurva yang didapat.

Verifikasi Metode Uji dengan Perolehan Kembali

a. Parameter Akurasi (kecermatan)

Diambil 1,5 mL dari larutan Zn yang telah diencerkan menjadi 0,6 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. Larutan diadisi dengan tiga level konsentrasi yaitu 0,4 ppm, 0,6 ppm, dan 0,8 ppm dengan penambahan larutan baku 10 ppm sebesar 1 mL, 1,5 mL, dan 2 mL lalu semua larutan diencerkan dengan larutan pengencer hingga tanda batas.

Ketiga level konsentrasi dilakukan pengukuran absorbansinya pada panjang gelombang terpilih (logam Zn pada 213,9 nm) dengan replikasi sebanyak tiga kali. Akurasi dilihat dari nilai persen akurasi yang baik pada SNI (2004) yaitu dalam rentang 85% sampai dengan 115%.

$$\% \text{Akurasi} = \frac{A-B}{C} \times 100\%$$

Dimana:

A = Kadar terukur logam dalam sampel setelah adisi baku Zn

B = Kadar terukur logam dalam sampel sebelum adisi baku Zn

C = Kadar larutan baku Zn yang ditambahkan pada sampel

Parameter Presisi (Keseksamaan)

Diambil 1,5 mL dari larutan Zn yang telah diencerkan menjadi 0,6 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. Larutan diadisi dengan penambahan larutan baku 10 ppm sebesar 1,5 mL sehingga diperoleh konsentrasi larutan 0,6 ppm, lalu larutan diencerkan dengan larutan pengencer hingga tanda batas.

Kemudian dilakukan pengukuran absorbansinya pada panjang gelombang terpilih dengan replikasi sebanyak tujuh kali. Untuk parameter presisi ditentukan dari nilai standar deviasi relatif (%RSD) menggunakan rumus berdasarkan Riyanto (2014). Syarat %RSD pada SNI (2004) untuk air dan air limbah logam Zn seharusnya dibawah 10%.

$$\% \text{RSD} = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Dimana:

$\bar{x}$ = kadar sampel rata-rata ($\mu\text{g/mL}$).

SD = standar deviasi

Uji Efektivitas Penyerapan Logam Pengukuran Sampel Larutan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

Sebanyak 10 mL diambil dari larutan standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 10 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan 1 ppm. Larutan diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang yang sesuai untuk logam Zn yaitu 213,9 nm. Perlakuan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali.

Penentuan pH Optimum Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Telur Bebek

Sebanyak 100 mg sampel serbuk cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer dan ditambahkan larutan sampel 25 mL dengan penambahan NaOH atau HCl hingga mencapai 5 variasi pH yaitu pada pH 2, 3, 4, 5 dan 6. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu ruang. Kemudian disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA dengan melakukan replikasi sebanyak 3 kali (Darmayanti dkk., 2012).

Penentuan Waktu Kontak Optimum Serbuk Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Telur Bebek

Sebanyak 100 mg sampel serbuk cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer dan ditambahkan larutan sampel 25 mL dengan penambahan NaOH atau HCl hingga mencapai pH optimum yang sudah didapatkan. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada 5 variasi waktu pencampuran yaitu 15, 30, 45, 60 dan 75 menit (Irawan dkk., 2015). Kemudian disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA dengan melakukan replikasi masing-masing variasi waktu sebanyak 3 kali.

Penentuan Massa Optimum Serbuk Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Telur Bebek

Larutan sampel $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 25 mL ditambahkan serbuk cangkang telur ayam dan

cangkang telur bebek dengan 5 variasi masing-masing yaitu 100 mg, 200 mg, 300 mg, 400 mg, dan 500 mg kemudian larutan disesuaikan dengan pH optimum yang didapat pada perlakuan sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama waktu kontak optimum yang dihasilkan. Kemudian disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA dengan melakukan replikasi sebanyak 3 kali.

Analisis Data

Jumlah Logam Zn yang Teradsorpsi

Jumlah logam Zn yang teradsorpsi pada serbuk dan karbon aktif cangkang telur ayam yaitu jumlah logam Zn yang teradsorpsi per gram adsorben (Q , kapasitas adsorpsi) diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut (Mawardi dkk., 2015)

$$Q = \frac{C_0 - C_f}{M} \times V$$

Dimana :

Q = jumlah logam Zn yang diserap (mg/g)

C_0 = konsentrasi logam awal (mg/L)

C_f = konsentrasi logam akhir (mg/L)

V = larutan volume (L/mL)

M = massa adsorben (g/mg)

Efektivitas Adsorpsi Logam Zn

Efektivitas adsorpsi logam Zn dapat dianalisa dengan menghitung efektivitas penurunan kandungan logam (Hajar dkk., 2016):

$$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100$$

Dimana:

E_f = Efektivitas penurunan

Y_i = kandungan logam berat Zn awal (mg/L)

Y_f = kandungan logam berat Zn akhir (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Serbuk Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Telur bebek

Setelah melalui proses preparasi bioadsorben dari cangkang telur ayam kemudian diperoleh serbuk cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)

(b)

Gambar 1. Hasil Bioadsorben serbuk Cangkang Telur ayam (a), dan (b) serbuk Cangkang Telur bebek

Kadar Air

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari serbuk CTA dan CTB. Hasil karakterisasi kadar air ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Air Serbuk dan Karbon Aktif Cangkang Telur Ayam

Jenis Sampel	Kadar Air (%)
Serbuk CTA	0,081
Serbuk CTB	0,03

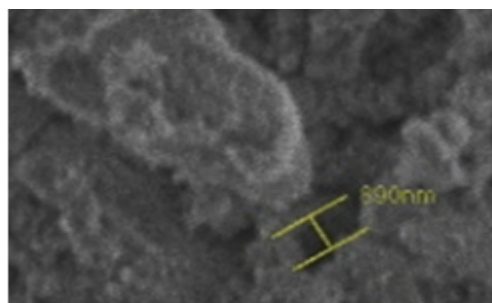
Berdasarkan Tabel 1. Dapat dilihat bahwa kadar air yang diperoleh dari penelitian ini memenuhi standar SNI 06-3730-1995 bahwa kadar air maksimum adalah 15%. Semakin rendah kadar air maka menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal pada sampel.

Scanning Electron Microscopy (SEM)-Energy Dispersive Spectrometry (EDS)

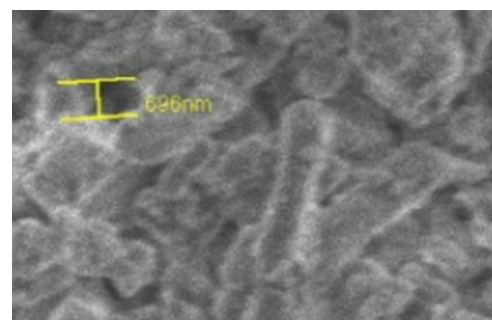
Tujuan karakterisasi SEM adalah untuk mengetahui morfologi partikel dan diameter pori-pori. Sedangkan uji EDS untuk mengetahui kandungan unsur penyusun pori yang terdapat pada serbuk CTA dan CTB yang telah dibuat (Haris dkk., 2019). Berdasarkan hasil uji SEM didapatkan hasil berupa Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa serbuk dan karbon aktif cangkang telur ayam memiliki pori-pori. Namun terdapat perbedaan, karbon aktif memiliki pori-pori yang lebih besar dikarenakan oleh proses karbonisasi (Haris dkk., 2019). Bentuk permukaan pori merupakan salah satu faktor yang berperan di dalam kemampuan suatu adsorben untuk mengadsorpsi. Pori-pori yang terdapat pada karbon aktif dapat meningkatkan kemampuan mengadsorpsi adsorbat karena pori tersebut merupakan celah yang

memperluas permukaan karbon aktif (Verayana dkk., 2018).



(a)



(b)

Gambar 2. Hasil Karakterisasi SEM dengan perbesaran 3000 kali (a) Serbuk CTA dan (b) Serbuk CTB

Analisis EDS dapat mengidentifikasi unsur-unsur yang terdapat pada kedua sampel. Pada sampel serbuk CTA dan CTB terdapat unsur (C) karbon, (O) Oksigen, dan (Ca) kalsium.

Kurva Kalibrasi $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

Kurva kalibrasi berdasarkan standar larutan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, dengan konsentrasi 0 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm dan 1,0 ppm, diukur menggunakan SSA dan diperoleh absorbansi sebagai berikut :

Tabel 4. Kurva Kalibrasi Standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,0029
0,2	0,1344
0,4	0,2410
0,6	0,3443
0,8	0,4581
1	0,5603

Selanjutnya data pada Tabel 4 dibuat kurva kalibrasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Hasil Kurva Standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

Dari data di atas diperoleh persamaan garis regresi untuk larutan standar $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ yaitu $y = 0,5516x + 0,0144$ dengan nilai koefisien korelasi (r) adalah 0,9986. Persamaan ini digunakan untuk menghitung kadar logam Zn dalam sampel, dimana (y) menyatakan nilai absorbansi dan (x) menyatakan kadar logam Zn dalam sampel dengan nilai $x=0$.

Apabila nilai r di antara 0,90 – 0,95 maka kurva dikatakan cukup linier, jika nilai r berada di antara 0,95-0,99 maka kurva dikatakan baik. Dari data yang diperoleh, nilai kurva kalibrasi logam Zn tersebut memberikan nilai linieritas yang baik. Selain itu, harga koefisien korelasi tersebut menandakan bahwa garis yang terbentuk hampir lurus sehingga dapat dikatakan bahwa kurva membentuk hubungan linier yang ideal (Fatmawati, 2017).

Verifikasi Metode Uji dengan Perolehan Kembali

a. Parameter Akurasi

Bertujuan untuk menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Uji akurasi logam Zn menggunakan metode adisi dibuat 3 replikasi dengan perlakuan yang sama, masing-masing konsentrasi 0,4 ppm, 0,6 ppm dan 0,8 ppm.

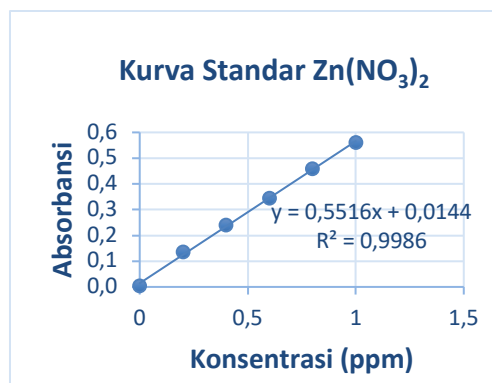
Tabel 5. Parameter Akurasi

Larutan Standar	Konsentrasi (ppm)	Akurasi (%)
0,4 ppm	0,2492	106,40%
0,4 ppm	0,2461	105,00%
0,4 ppm	0,2443	104,18%
0,6 ppm	0,3502	101,45%
0,6 ppm	0,3493	101,18%
0,6 ppm	0,3496	101,27%
0,8 ppm	0,4530	99,39%
0,8 ppm	0,4464	97,89%
0,8 ppm	0,4466	97,94%

Pada Tabel 5 dilihat dari literatur bahwa untuk parameter akurasi persen perolehan kembali pada kisaran antara 85-115%. Maka hasil uji akurasi di atas telah memenuhi syarat (SNI, 2004).

b. Parameter Presisi

Bertujuan untuk yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual.



Hasil analisis yang ditunjukkan dari nilai *Standard Deviation* ataupun nilai *Relative Standard Deviation* (RSD). Uji presisi sampel dibuat 7 replikasi dengan 1 konsentrasi yaitu 0,6 ppm.

Tabel 6. Parameter Presisi

Larutan Standar	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
0,6 ppm	0,3459	0,6009
0,6 ppm	0,3444	0,5982
0,6 ppm	0,3442	0,5978
0,6 ppm	0,3433	0,5962
0,6 ppm	0,3409	0,5919
0,6 ppm	0,3412	0,5924
0,6 ppm	0,3429	0,5955
SD		0,0032
Rata-rata		0,5961
%RSD		0,539%

Dilihat dari literatur bahwa syarat %RSD pada SNI (2004) untuk air dan air limbah pada logam Zn dibawah 10%. Maka hasil uji presisi telah memenuhi syarat.

Pengukuran Awal Absorbansi Larutan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ Sebelum Ditambahkan Sampel

Pengukuran awal absorbansi ini bertujuan untuk membandingkan nilai konsentrasi awal sampel sebelum dan sesudah ditambahkan dengan bioadsorben serbuk dan karbon aktif cangkang telur ayam.

Tabel 7. Pengukuran Awal Larutan $Zn(NO_3)_2$ Sebelum Ditambahkan Sampel

Larutan Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
Rata-rata	0,57	1,0072

Dari 25 mL larutan sampel yang mengandung logam Zn dicek nilai absorbansi dan konsentrasi Zn menggunakan SSA replikasi 3 kali. Maka didapatkan nilai rata-rata pada tabel di atas.

Penentuan pH Optimum Serbuk CTA dan CTB

pH merupakan parameter penting dalam proses penyerapan karena pH mempengaruhi kelarutan ion logam dalam larutan (Bhernama, 2017). Penentuan pH optimum pada adsorpsi Zn menggunakan bioadsorben serbuk CTA dan CTB dilakukan pada variasi pH 2, 3, 4, 5 dan 6.

Tabel 8. Hasil Data Variasi pH Optimum Serbuk CTA

pH	Abs	Conc (ppm)	Q (mg/g)	Ef (%)
2	0,3943	0,6887	0,0796	31,62
3	0,3630	0,6319	0,0938	37,26
4	0,1296	0,2088	0,1996	79,27
5	0,1168	0,1856	0,2054	81,57
6	0,0990	0,1533	0,2135	84,78

Tabel 9. Hasil Data Variasi pH Optimum Serbuk CTB

pH	Abs	Conc (ppm)	Q (mg/g)	Ef (%)
2	0,471	0,8277	0,0449	17,82
3	0,2773	0,4766	0,1327	52,68
4	0,2539	0,4341	0,1433	56,90
5	0,1473	0,2409	0,1916	76,08
6	0,1097	0,1727	0,2087	82,85

Berdasarkan data yang didapat dari Tabel 8 dan Tabel 9. Hasil menunjukkan kedua bioadsorben terdapat peningkatan jumlah Zn yang teradsorpsi dan efektivitas penyerapan

seiring dengan meningkatnya pH larutan. pH optimum dari bioadsorben serbuk CTA dan CTB adalah pH 6. Pada pH asam, jumlah Zn yang teradsorpsi tidak terlalu besar. Hal ini dimungkinkan karena pada pH asam, amida akan terprotonasi sehingga gugus amida sulit untuk mengikat ion logam (Pratama dkk., 2015). pH yang terlalu asam merupakan faktor yang mengganggu terjadinya proses adsorpsi, sehingga proses adsorpsi tidak terjadi secara optimal. Semakin rendah pH larutan sampel maka akan terjadi protonasi yang berlebihan pada permukaan adsorben dan kondisi ini menyebabkan karakter karbonat dalam cangkang telur menjadi lebih lemah dan menurunkan densitas muatan negatif permukaan. Pada proses ini terjadi kompetisi antara ion H^+ dengan ion logam terhadap situs pertukaran kation (Wijayanti dkk., 2018).

Pada pH tinggi (konsentrasi ion H^+ semakin kecil), kompetisi antara ion H^+ dan logam makin berkurang sehingga jumlah logam teradsorpsi makin besar dibanding dengan pH rendah (Tangio, 2013). Pada penelitian ini tidak dilakukan variasi pH di atas pH 6 karena pada kondisi pH tersebut Zn mulai mengendap yang disebabkan karena pada konsentrasi ini terjadi kesetimbangan sisi aktif dengan ion logam. Hal ini dapat dibuktikan secara teoritis bahwa Zn mulai mengalami pengendapan pada pH 6,5 (Pratama dkk., 2015).

Penentuan Waktu Kontak Optimum Serbuk dan Karbon Aktif Cangkang Telur Ayam

Faktor lain yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi Zn adalah waktu kontak. Untuk mencapai keadaan kesetimbangan (adsorpsi maksimum) logam oleh adsorben, maka diperlukan rentang waktu. Pada rentang waktu tertentu akan terjadi kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat logam, di mana waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan kesetimbangan ini disebut sebagai waktu optimum penyerapan logam berat (Komari dkk., 2012). Penentuan waktu kontak optimum pada adsorpsi Zn menggunakan bioadsorben serbuk CTA dan CTB dilakukan pada pH optimum yang didapatkan dan variasi waktu 15, 30, 45, 60 dan 75 menit.

Tabel 10. Hasil Data Variasi Waktu Kontak Optimum Serbuk CTA

Waktu (menit)	Abs	Conc (ppm)	Q (mg/g)	Ef (%)
15	0,2240	0,3799	0,1568	62,28
30	0,0657	0,0930	0,2286	90,77
45	0,0404	0,0471	0,2400	95,32
60	0,0363	0,0397	0,2419	96,06
75	0,0269	0,0227	0,2461	97,75

Tabel 11. Hasil Data Variasi Waktu Kontak Optimum Serbuk CTB

Waktu (Menit)	Abs	Conc (ppm)	Q (mg/g)	Ef (%)
15	0,1357	0,2199	0,196825	78,17
30	0,0775	0,1143	0,223225	88,65
45	0,0589	0,0806	0,23165	92,00
60	0,0437	0,0531	0,238525	96,71
75	0,0525	0,069	0,2518	93,15

Dari Tabel 10 dan Tabel 11 dapat dilihat kedua bioadsorben mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu kontak hingga didapatkan waktu kontak optimum serbuk CTA pada menit ke 75 sebesar 0,2461 mg/g dengan nilai efektivitas adsorpsi 97,75%, sedangkan waktu optimum serbuk CTB adalah pada menit ke 60 dengan jumlah Zn yang teradsorpsi sebesar 0,238525 mg/g dengan nilai efektivitas 96,71%.

Proses adsorpsi oleh bioadsorben serbuk CTA dan CTB menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka akan semakin banyak pula Zn yang terserap. Hal ini dapat dikarenakan pada awalnya banyak sisi adsorben yang kosong, sehingga kecenderungan larutan untuk terserap ke adsorben semakin tinggi. Dengan bertambahnya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat hingga tercapai titik setimbang (Herawati dkk., 2018).

Penentuan Massa Optimum Serbuk dan Karbon Aktif Cangkang Telur Ayam

Selain pengaruh pH dan waktu kontak, massa adsorben juga merupakan bagian penting dari proses adsorpsi karena merupakan salah satu faktor yang menentukan kemampuan adsorpsi. Penentuan massa optimum pada adsorpsi Zn menggunakan bioadsorben serbuk CTA dan CTB dilakukan pada pH optimum dan waktu kontak optimum yang didapatkan kemudian memvariasikan massa adsorben yaitu 100, 200, 300, 400 dan 500 mg.

Tabel 12. Hasil Data Variasi Massa Optimum Serbuk CTA

Massa sampel (mg)	Abs	Conc (ppm)	Q (mg/g)	Ef (%)
100	0,0608	0,0841	0,2308	91,65
200	0,0385	0,0437	0,1204	95,66
300	0,0359	0,0390	0,0807	96,13
400	0,0175	0,0056	0,0626	99,44
500	0,0241	0,0176	0,0495	98,25

Tabel 13. Hasil Data Variasi Massa Optimum Serbuk CTB

Massa sampel (mg)	Abs	Conc (ppm)	Q (mg/g)	Ef (%)
100	0,0287	0,0259	0,2454	97,43
200	0,0229	0,0154	0,1239	98,47
300	0,0208	0,0116	0,0829	98,85
400	0,0178	0,0061	0,0626	99,39
500	0,0169	0,0045	0,0502	99,55

Semakin tinggi massa adsorben yang digunakan maka daya adsorpsi logam semakin tinggi dengan banyaknya partikel yang kontak dengan adsorbat (Hajar dkk., 2016). Proses adsorpsi Zn terjadi seiring dengan meningkatnya massa serbuk CTA dan CTB. Hal tersebut menunjukkan bahwa massa adsorben berpengaruh terhadap proses adsorpsi karena semakin bertambahnya massa adsorben, maka efektivitas adsorpsi Zn terhadap ion juga semakin meningkat dan mencapai

kesetimbangan. Jumlah adsorben mempengaruhi proses adsorpsi dimana semakin bertambahnya massa menyebabkan adsorben telah mencapai titik jenuh jika permukaannya telah terisi oleh adsorbat (Anjani & Koestiari, 2014).

Bioadsorben akan mencapai titik jenuh dan daya serap pun menjadi menurun, bila permukaan sudah jenuh atau mendekati jenuh terhadap adsorbat, maka akan terbentuk lapisan adsorpsi kedua dan seterusnya di atas adsorbat yang telah terikat di permukaan, gejala ini disebut adsorpsi multilayer, sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida (Irwandi dkk., 2015). Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa serbuk CTA mengalami penyerapan adsorpsi terbesar pada massa sampel 400 mg, sedangkan serbuk CTB pada massa sampel 500 mg.

Perbandingan Efektivitas Serbuk CTA dan CTB

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa efektivitas serbuk CTB lebih baik dalam mengadsorpsi logam Zn dibandingkan dengan serbuk CTA. Efektivitas serbuk CTB dalam menyerap Zn sebesar 99,55%, sedangkan serbuk CTA sebesar 98,28%.

Tingginya kemampuan menyerap logam Zn dari kedua bioadsorben ini dikarenakan banyaknya pori-pori yang mereka miliki. Pada uji SEM menunjukkan bahwa ukuran pori-pori pada serbuk CTB lebih besar dibandingkan dengan ukuran pori-pori serbuk CTA.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa :

1. pH optimum serbuk cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek adalah pada pH 6, waktu kontak optimum serbuk cangkang telur ayam adalah pada menit ke-75, sedangkan serbuk cangkang telur bebek adalah pada menit ke-60. Massa optimum serbuk cangkang telur ayam adalah 400 mg, sedangkan cangkang telur bebek adalah 500 mg.
2. Efektivitas serbuk cangkang telur bebek dalam menyerap Zn sebesar 99,55%, sedangkan serbuk CTA sebesar 98,28%.

SARAN

Adapun saran dari saya untuk penelitian ini adalah :

1. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik serbuk dan karbon aktif cangkang telur ayam tentang pengukuran spektrum FTIR untuk menunjukkan kelompok gugus fungsi.
2. Pengaplikasian terhadap sampel limbah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, R. P., & Koestiari, T., 2014. **Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Granular Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II) dengan Pesaing Ion Na⁺**. Journal of Chemistry. Universitas Negeri Surabaya, vol. 3, no. 3, hal 159-163.
- Asip, F., Mardhiah, R., & Husna., 2008. **Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe Dengan Proses Batch**. Jurnal Teknik Kimia, vol.15, no. 2, hal 22-26.
- Darmayanti., Rahman, N., & Supriadi., 2012. **Adsorpsi Timbal (Pb) Dan Zink (Zn) Dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH**. Jurnal Akademika Kimia, vol 1, no.4, hal 159-165.
- Fatmawati, F., & Ayumulia., 2017. **Analisis Pb Pada Sediaan Eyeshadow Dari Pasar Kiaracandong Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom**. Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada. Sekolah Tinggi Farmasi Bandung, vol.17, no.2, hal 227-233.
- Hajar, E. W. I., Sitorus, R. S., Mulianingtias, N., Welan, F. J., 2016. **Efektifitas Adsorpsi Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam**. Konversi, 5 (1), hal 1-7.
- Haris. A., Nurhilal, O., & Suryaningsih, S., 2019. **Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Daya Serap Iodin Arang Aktif Dari Limbah Daun Ki Sabun (*Filicium decipiens*) dan**

- Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni*).** Jurnal Material dan Energi Indonesia. Universitas Padjajaran, vol.09, no.01, hal 1-7.
- Herawati, D., Santoso, S. D., Amalina, I., 2018. **Kondisi Optimum Adsorpsi-Fluidisasi Zat Warna Limbah Tekstil Menggunakan Adsorben Jantung Pisang.** Jurnal SainHealth, vol.2, no. 1, hal 1-7.
- Irawan, C., Dahlan, B., & Retno, N., 2015. **Pengaruh Massa Adsorben, Lama Kontak dan Aktivasi Adsorben Menggunakan HCl Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Berat (Fe) Dengan Menggunakan Abu Layang Sebagai Adsorben.** Jurnal Teknologi Terpadu. Politeknik Negeri Balikpapan.
- Irwandi, R., Yenti, S. R., & Chairul., 2015. **Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben Logam Berat Pb.** JOM FTEKNIK. Universitas Riau, vol 2, no. 2, hal 1-9.
- Jamila., 2014. **Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur.** Modul Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Limbah dan Sisa Hasil Ternak. Program Studi Peternakan. Universitas Hasanuddin Makassar, hal 1-7.
- Komari, N., Utami, U. B. L., & Malinda, N., 2012. **Adsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} pada Biomassa *Imperata cylindrica*.** Valensi. Universitas Lambung Mangkurat, vol.2, no.5, hal 557-564.
- Mawardi, S, H., & Zainul, R., 2015. **Characterization of Napa Soil and Adsorption of Pb (II) from aqueous solutions using on coloumn method.** Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7, (12), 905-912.
- Misfadhila, S., Azizah, Z., Rusdi., & Chaniago, P. D. C., 2018. **Pengaplikasian Cangkang Telur dan Karbon Aktif Sebagai Adsorben Logam Timbal.** Jurnal Farmasi Higea. Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Padang, vol.10, no.2, hal 126-131.
- Pratama, O. Y., Darjito., & Tjahjanto. R. T., 2015. **Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi $Zn(II)$ Menggunakan Kitin Terikat Silang Glutaraldehyd.** Kimia Student Journal. Universitas Brawijaya, vol.1, no.1, hal 741-747.
- Riyanto., 2014. **Validasi dan Verifikasi Metode Uji,** Edisi I, Yogyakarta: deepublish.
- Sahara, E., Sulihingtyas, D.W., & Mahardika, S.A.I.P., 2017. **Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) Yang Diaktivasi Dengan H_3PO_4 .** Jurnal Kimia, hal 1-9.
- SNI 06-6989.7-2004., 2004. **Air dan Air Limbah-Bagian 7: Cara uji seng (Zn) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala,** Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Susanto, N.T., Atmono., & Natalina., 2017. **Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam sebagai Media Adsorben Dalam Penurunan Kadar Logam Kromium Heksavalen (Cr^{6+}) Pada Limbah Cair Industri Elektroplating.** Ecolab. vol.11, no.1, hal 27-31.
- Tangio, S. J., 2013. **Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*eichhorniacrassipes*).** JURNAL ENTROPI. Universitas Negeri Gorontalo, vol. VIII, no.1, hal 500-506.
- Verayana, Paputungan. M., & Iyabu, H., 2018. **Pengaruh Aktivator HCl dan H_3PO_4 terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb).** Jurnal Entropi. Universitas Negeri Gorontalo, vol.13, no.1, hal 67-75.
- Wahyuni, S., & Mulyatna, L., 2007. **Studi Perbandingan Efektifitas Koagulan Kulit Telur Sebagai Koagulan Alternatif dan Koagulan Aluminium Sulfat dalam Proses Penurunan Kekeruhan Sungai Citarum Hulu.** Jurnal Infomatek. Universitas

Pasundan. Bandung, vol.9, no.4, hal 237-248.

Wardi, S.E., Fendri, J.T.S., & Tanjung, L., 2019. **Biosorpsi Senyawa Parasetamol yang Berpotensi dalam Penanganan Limbah Obat.** Jurnal Katalisator. Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Yayasan Perintis Padang, vol 4, no.1, hal 53-60.