Adsorpsi Logam Timbal (Pb) pada Air Sumur Bor Menggunakan Adsorben dari Limbah Cangkang Telur Ayam

Rizaldi[1], Rahmatul Fajri [1*], Yulida Amri[1], dan Jofrishal[2]

[1]Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra
[2]Program Studi Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Samudra
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

* Corresponding author: rahmatulfajri@unsam.ac.id

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan pokok manusia, hewan, dan tanaman dalam kehidupan sehari-hari. Logam yang terdapat pada air harus menjadi perhatian karna logam dalam jumlah tertentu dapat bersifat toksik. Menurut SNI No.7387/2009 kadar batas maksimum logam Pb pada air sumur yaitu sebesar 0,01 mg/L. Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas air yaitu dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben. Cangkang telur ayam memiliki gugus fungsi alkil (-CH), gugus stretching (OH), vibrasi ulur gugus karbonil (C=O) dan gugus CO_3^{2-} yang dapat menyerap logam Pb yang terdapat pada air. Pembuatan adsorben dari cangkang telur ayam dilakukan dengan aktivasi kimia menggunakan NaOH 30% untuk membuka pori-pori pada cangkang telur ayam. Analisis kadar logam Pb dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dan gugus fungsional dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Penurunan kadar Pb menggunakan adsorben cangkang telur ayam sangat signifikan sehingga diperoleh kadar Pb terbaik 0,2331 ppm pada waktu kontak 60 menit. Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR Adsorben dari cangkang telur ayam memiliki gugus fungsi alkil (-CH), gugus *stretching* (OH), vibrasi ulur gugus karbonil (C=O) dan gugus CO_3^{2-} .

Kata Kunci: Cangkang Telur Ayam, Adsorben, Logam Pb

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok manusia, hewan, dan tanaman dalam kehidupan sehari-hari. Jika tidak ada air maka kehidupan dibumi ini juga tidak akan ada.Umumnya air digunakan dalam 3 bidang seperti bidang pertanian, (70%), bidang industri (19%) dan bidang domestik (11%). Saat ini pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh polutan-polutan berbahaya telah merusak sebagian besar air tanah yang dapat menganggu kesehatan manusia. Salah satu polutan tersebut yaitu adanya logam berat yang terdapat pada air. Logam yang terdapat pada air harus menjadi perhatian karna logam dalam jumlah tertentu dapat bersifat toksik [1].

Menurut SNI No 7387/2009 kadar batas maksimum logam Pb pada air sumur yaitu sebesar 0,01 mg/L. Air dikatakan bersih jika telah memenuhi syarat-syarat tertentu seperti tidak bewarna, tidak berbau, tidak mengandung mikroorganisme, tidak mengandung logam-logam berbahaya salah satunya seperti logam Pb. Tingginya pencemaran air menunjukkan menurunya kualitas air, sehingga tidak dapat digunakan sebagai mana mestinya, untuk meningkatkan kualitas air perlu dilakukan pengolahan air bersih [2]. Salah satu metode untuk menurunkan kadar logam Pb pada air sumur bor dapat dilakukan dengan metode adsorpsi; suatu metode dimana penyerapan suatu cairan terjadi pada permukaan adsorben. Adsorben merupakan benda padat yang memiliki pori-pori yang dapat menyerap suatu cairan, ataupun gas. Salah satu material yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah cangkang telur ayam [3]. Potensi limbah cangkang telur ayam di Kota Langsa cukup tinggi hal ini disebabkan banyaknya pedagang menggunakan telur ayam sebagai bahan baku dalam pengolahan makanan seperti pedagang martabak telur, rumah makan, pedagang telur gulung dan toko kue. Biasanya limbah cangkang telur ayam digunakan sebagai bahan kerajinan, dan pupuk bagi tanaman, namun belum dimanfaatkan secara maksimal.

Cangkang telur ayam memiliki pori-pori sekitar 10.000-20.000nm dan mengandung kalsium karbonat yang bersifat polar sebesar 98,41% sehingga dapat digunakan sebagai adsorben [4].

ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218

Pada tahun, 2017 [5] melakukan penelitian tentang pembuatan adsorben dari limbah cangkang telur ayam yang diaplikasikan sebagai adsorben pada logam (Cr^{6+}) pada limbah cair industri *elektroplating*. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penurunan kandungan kromium terbesar ialah pada menit ke 40 sebesar 53,001%. Limbah cangkang telur ayam dalam penelitian lainnya [6] juga dimanfaatkan sebagai adsorben logam cadmium (Cd). Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya pengaruh konsentrasi adsorben yang digunakan terhadap penurunan kadar logam Cd.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan yang menjadi prekursor utama yaitu cangkang telur ayam, akuades, NaOH 30% dan larutan Pb.

Metode

Pembuatan Adsorben Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur ayam dicuci bersih menggunakan air mengalir dan dibilas menggunakan akuades, selanjutnya dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Selanjutnya cangkang telur ayam diblender dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh, kemudian serbuk cangkang telur ayam direndam dalam NaOH 30% selama 24 jam dan disaring menggunkan kertas saring. Residu yang diperoleh dikeringkan menggunakan oven pada suhu 115°C selama 3,5 jam. Selanjutnya sampel didinginkan [7]. Keberadaan gugus fungsional pada adsorben yang dihasilkan dari cangkang telur ayam dianalisis dengan FTIR.

Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorben

Penentuan waktu kontak optimum adsorben cangkang telur ayam dilakukan dengan cara memasukkan sebanyak 1 g adsorben cangkang telur ayam ke dalam 25 mL air sumur bor, kemudian larutan diaduk menggunakan stirrer, dengan variasi waktu adsorpsi 40, 50, dan 60 menit. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya yang dihasilkan akan dianalisis menggunakan AAS. Analisis bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi maksimun logam Pb [7].

Analisis Kadar Logam Berat Pb Menggunakan AAS

Analisis kadar logam Pb menggunakan adsorben cangkang telur ayam dilakukan menggunakan AAS, yaitu sampel uji berupa filtrat yang dihasilkan dari proses adsoprsi. yang dihasilkan dari proses adsorpsi. Larutan standar Pb yang digunakan dengan konsentrasi 0; 0,3; 1; 2; 3; 4; dan 5 ppm. Berdasarkan data dari larutan standar maka menghasilkan grafik hubungan konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) yang melewati titik nol [7].

$Y = bx+a$

Keterangan : y = absorbansi x = konsentrasi b = slope a = intercept

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan adsorben dari cangkang telur ayam dilakukan dengan aktivasi kimia. Aktivasi kimia merupakan pemutusan rantai karbon menggunakan bahanbahan kimia. Pada penelitian ini aktivasi secara kimia dilakukan dengan proses perendaman cangkang telur ayam menggunakan bahan-bahan kimia dengan tujuan agar pori-pori adsorben lebih terbuka. Semakin besar pori-pori maka daya adsorpsi akan semakin besar. Pada penelitian ini cangkang telur ayam diaktivasi menggunakan NaOH 30%. NaOH merupakan basa kuat yang dapat dijadikan sebagai aktivator [8].

Cangkang telur ayam sebelum sintesis dan sesudah sintesis dapat dilihat pada Gambar 1.



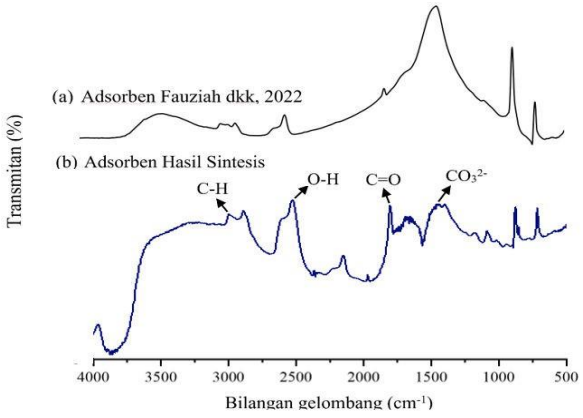
Gambar 1. (a) Cangkang telur ayam sebelum sintesis (b) Cangkang telur ayam setelah sintesis

Analisis Gugus Fungsional

Analisis gugus fungsional adsorben dari cangkang telur ayam dilakukan menggunakan

spektroskopi FTIR dengan rentang bilangan gelombang antara 400-4000 cm^{-1} . Hasil analisis adsorben dari cangkang telur ayam diperoleh puncak gelombang 2964,59 cm^{-1};1788,01 cm^{-1}; 1427,32 cm^{-1}. Gugus fungsional yang terdapat pada cangkang telur ayam berperan besar terhadap daya serap suatu adsorben terhadap adsorbat.

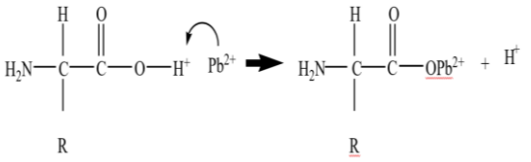
Berdasarkan Gambar 2. Spektrum FTIR cangkang telur ayam pada bilangan gelombang 2979 cm^{-1} menunjukan adanya vibrasi ulur alkil -CH, pada bilangan gelombang 2517,21 cm^{-1} menunjukan adanya gugus OH dan pada bilangan gelombang 1423,53 cm^{-1} menunjukan adanya gugus CO_3^{2-} yang mengidentifikasi adanya kandungan kalsium karbonat pada cangkang telur ayam [9].



Gambar 2. Spektra FTIR (a) (Fauziah dkk, 2022) (b) Adsorben hasil sintesis

Berdasarkan Gambar 2 muncul puncak pada bilangan gelombang 2964,59 cm^{1} adanya gugus fungsi alkil (-CH), dan bilangan gelombang 1788,01 cm^{-1} adanya vibrasi ulur gugus karbonil (C=O), pada bilangan gelombang 1427,32 cm^{-1} adanya gugus CO_3^{2-} tidak jauh berbeda dengan hasil yang dilaporkan oleh [10] menyatakan bahwa pada bilangan gelombang 3296,35 cm^{-1} adanya gugus fungsi alkil (-CH), bilangan gelombang 1745,58 cm^{-1} vibrasi ulur gugus karbonil (C=O). Pada penelitian ini muncul puncak gelombang pada bilangan 1427,32 cm^{-1} yang menunjukan adanya vibrasi dan gugus karbonat (CO^2) dimana gugus CO_3^{2-} menandai pada Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan [11] bilangan gelombang 1425 cm^{-1}. Hasil yang sama juga dilaporkan [12] terdapatnya puncak baru pada bilangan gelombang 1425,48 cm^{-1} yang mengidentifikasi adanya kalsium karbonat.

Berdasarkan penelitian [13] menyatakan bahwa adanya kalsium karbonat ($CaCO_3$) dari cangkang telur ayam menyebabkan cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai adsorben. Gugus yang bermuatan negatif cenderung akan mengikat partikel yang bermuatan positif. Kalsium karbonat ($CaCO_3$) terdiri dari ion Ca^{2+} dan ion CO_3^{2-} jika direaksikan dengan air maka membentuk kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$. Gugus fungsi munculnya CO_3^{2-} menunjukan adanya kalsium karbonat ($CaCO_3$) dalam cangkang telur ayam. Serapan hidroksil (OH) yang muncul diperoleh dari air yang diserap cangkang telur ayam selama proses pencucian. Hidrosil OH bermuatan negatif dapat menyerap logam Pb yang bermuatan positif. Berdasarkan hasil analisis FTIR diketahui bahwa serbuk cangkang telur ayam mengandung gugus fungsional, diantaranya hidroksil (OH), karbonil (C=O) dan amina (C≡N). Salah satu komposisi penyusun cangkang telur ayam yaitu kalsium karbonat ($CaCO_3$) 90,93%. Kultikula bagian terluar dari cangkang telur ayam dan bagian dalamnya adalah hidroksiapatit. Bagian inilah yang berperan aktif dalam menyerap logam karena memiliki pori-pori, berdasarkan hasil analisi FTIR menunjukkan cangkang telur ayam memiliki gugus hidroksil (O-H). Mekanisme pertukaran ion antara logam Pb dan adsorben terjadi pada saat gugus karboksilat pada asam amino melepaskan proton dikarenakan adanya ion hidroksida (OH) menyebabkan gugus karboksilat menjadi muatan negatif (COO^-) yang sangat rekatif berikatan dengan logam Pb. Gugus (O-H) dapat mengikat logam Pb yang menyebabkan terjadinya proses adsorpsi seperti pada Gambar 3 berikut [3].



Gambar 3. Mekanisme pengikatan ogam Pb

Namun pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa reaksi diatas tidak terjadi hal ini

ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218

dibuktikan dengan data hasil penelitian yang menunjukan bahwa semakin bertambah jumlah adsorben dari cangkang telur ayam maka kadar logam pb bertambah.

Analisis Kadar Logam Berat Pb Menggunakan AAS

Analisis kadar logam berat Pb pada air sumur bor dianalisis menggunakan AAS logam Pb menyerap radiasi pada panjang gelombang 283,3 nm. Pemilihan metode AAS dilakukan karena AAS memilki sensitifitas tinggi, mudah, cepat dan sederhana. Analisis dilakukan menggunakan metode kurva kalibrasi. Pada penelitian ini digunakan kurva kalibrasi dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi diukur menggunakan instrument AAS [15]. Tabel data absorbansi dan konsentrasi logam Pb dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

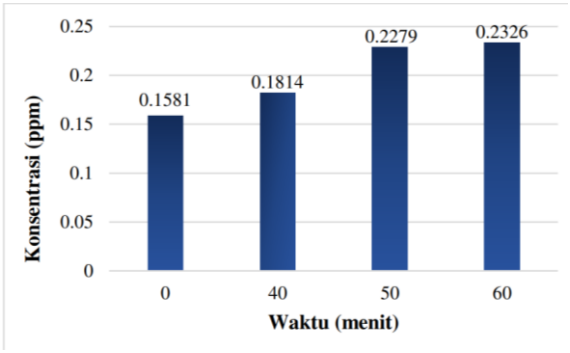
Tabel 1. Data absorbansi dan konsentrasi logam Pb

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi
A0	0,0010	0,1581
A1	0,0015	0,1814
A2	0,0025	0,2279
A3	0,0026	0,2326

Keterangan:
A0 : air sumur bor sebelum diadsorpsi
A1 : air sumur bor setelah diadsorpsi waktu kontak 40 menit
A2 : air sumur bor setelah diadsorpsi waktu kontak 50 menit
A3 : air sumur bor setelah doadsorpsi waktu kontak 60 menit

Pada penelitian ini diharapkan penambahan adsorben dari cangkang telur ayam dapat menurunkan kadar logam Pb pada air sumur bor, namun pada penelitian ini semakin ditambah adsorben maka kadar logam semakin meningkat.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa, dilakukan variasi waktu kontak pada saat proses adsorpsi untuk melihat waktu terbaik penyerapan logam Pb menggunakan adsorben dari cangkang telur ayam. Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 40 menit, 50 menit dan 60 menit dengan massa adsorben yang digunakan sebanyak 1 gram. Variasi waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan adsorben dalam menyerap logam hingga maksimal [14]. Namun pada penelitian diperoleh kadar logam Pb sebelum diadsorpsi menggunakan cangkang telur ayam sebesar 0,1581 ppm, sedangkan setelah diadsorpsi menggunakan cangkang telur ayam pada waktu kontak 40 menit, 50 menit, dan 60 menit di peroleh hasil lebih besar dari pada sebelum diadsorpsi yaitu sebesar 0,1814 ppm, 0,2279 ppm, dan 0,2326. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi logm Pb dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik konsentrasi logam Pb

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa waktu kontak optimum terjadi pada waktu kontak 40 menit, semakin lama waktu kontak yang digunakan maka kadar logam Pb semakin meningkat hal ini terjadi karena semakin lama waktu pengadukan membuat permukaan adsorben jenuh sehingga melepaskan kembali adsorben yang telah diserap. Pada saat waktu telah mencapai keadaan optimum maka penambahan waktu kontak akan membuat adsorben jenuh sehingga terjadi diasopsi ataupun proses pelepasan kembali zat yang telah diserap adsorben sehingga daya penyerapannya menurun [15].

KESIMPULAN

Karakteristik adsorben cangkang telur ayam berdasarkan hasil analisis gugus fungsional menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi alkil (-CH), gugus *stretching* (OH), vibrasi ulur gugus karbonil (C=O) dan gugus CO_3^{2-} yang menunjukan bahwa cangkang telur ayam berpotensi sebagai adsorben. Hasil akhir kadar Pb dalam air menggunakan adsorben dari cangkang telur ayam dengan variasi waktu kontak 40, 50 dan 60 menit yaitu 0,1581; 0,1814; 0,2279; dan 0,2326 ppm.

REFERENSI

[1] Raziah, C., Zerlinda, P., Atika, R.L., Zuhra., Suhendrayatna., Sri, M. 2017. Penurunan Kadar Logam Dalam Air Cadmium Menggunakan Adsorben Zeolite Alam Aceh. Jurnal Teknik Kimia USU. 6 (1) : 1-6.

[2] Cecilia, N. A., Siti, M., Nur, L.,V. 2020 Partisipasi Masyarakat Dalam Program Penyediaan Air Bersih Dan Sanitasi (Studi Di Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik. Jurnal Pembangunan Berkelanjutan. 3(2): 27-31

[3] Santriani, Ningsih. P dan Ratman. 2016. Serbuk dari Limbah Cangkang Telur Ayam Ras Sebagai Adsorben Terhadap Logam Timbal (Pb). J. Akad. Kim. 5(3) : 103-108.

[4] Hajar. E. W. I., Sitorus. R. S., Mulianingtias. N., Welean. F.J. 2016. Efektivitas adsorbs logam Pb dan Cd menggunakan media adsorben cangkang telur ayam . konversi. 5 (1) : 1-7.

[5] Vania. M., Sunu. K., Novita. K.,I. 2018. Pemanfaatan Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Logam Berat Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo. *Lentera Bio. Berkala Olmiah Biologi*, 7(1), 39-43.

[6] Makosim. S., Haifan. M., Setiaman. N. I. 2020. Kinerja Biosorben Cangkang Telur sebagai Pengadsorbsi Logam Berat Cr pada Limbah Industri. *Jurnal IPTEK*. 4(2): 56 – 63.

[7] Aufa. R., Mawardi M. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH Sebagai Alkali Aktivator Terhadap Kuat Tekan Semen Geopolimer Berbasis Tanah Napa. Periodic. Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang. 11(2): 1-5.

[8] Fauziah. U., Utami. B., Masyikuri. M. 2022. Adsorbsi Ion Cd dengan Kombinasi Adsorben Cangkang Telur-Tongkol Jagung Teraktivasi Menggunakan Metode Bacth. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*.13(1): 80-93.

[9] Bertus,M.Y., Suherman, dan sabang, S.M. 2014 karakterisasi FTIR polib lend Adsorben serbuk biji buah kelor (Moringa Oleifera) dan cangkang ayam Ras untuk pengolahan air gambut di Daerah Palu Barat. Jurnal Akademik Kimia, 3 (1): 243-251.

[10] Haqqi, Embun, Rahman. 2018. Studi awal kemampuan Adsorpsi komposit kulit telur ayam dengan sekam padi sebagai Adsorben metil orange. *CHEESAN: Chemical Engineering Reseach Articles*. 1(1): 15-0.

[11] Zulfikar, M.A., Nofita., E., Hertadi,R., dan Djajanti, S.D. 2013. *Renofal of humid acid from peat water using untreated powderet eggshell as a low cost adsorbent. Int. J. Efiran. SCI Technol.,* 10(1) : 1357-1366.

[12] Mentik. H., Nida. N., Tiana. H., Nabilah. K., dan Fauzi. A. 2022. Sintesis Carbon Nanodots dari Molase Menggunakan Metode Pemanasan Terbantukan Gelombang Mikro. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*. 6(1): 31-35.

[13] Putra, M. W. A., dan Widhiantara, I. G. 2015. Adsorption of Linear Alkyi benzene Sulfonate (LAS) on Eggshell powder, Natural B. 3(2) : 143-149.

[14] Wardani, J.P., 2013. Exercise, W.T., 2017. Studi kinetika dan Isoterm Adsorpsi Timbal (11) pada kulit Jengkol (Pithecellobium Jiringan) Teraktifitas. 3(3): 252 – 257.

[15] Maslahat, M., Taufiq, A. dan Subagja, P.W, 2015. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai adsorben untuk adsorpsi Logam Pb dan Cd. Jurnal Sains natural Universitas Nusa Bangsa. 5(1): 92-108.