

Potensi Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Biosorben Logam Mangan (Mn) Dan Perbandingannya Dengan Koagulan Kimia

Hafid Arrizal¹, Siti Maftukhah², Dine Agustine³

Universitas Islam Syekh Yusuf^{1,2,3}
sitimaftukhah@unis.ac.id¹

Abstrak—Cangkang telur ayam merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga maupun industri makanan dan pemanfaatannya belum maksimal. Cangkang telur ayam memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 98,41% yang berpotensi sebagai biosorben logam mangan (Mn). Mangan (Mn) adalah salah satu logam berat dan dalam jumlah > 0,5 mg/l air dapat berbahaya bagi manusia dan lingkungannya. Air merupakan kebutuhan dasar dalam kehidupan didunia sehingga kandungan kimia air harus terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi limbah cangkang telur ayam terhadap logam mangan (Mn) pada air limbah sintetis dan untuk mengetahui penyerapannya dibanding koagulan kimia. Penelitian ini dilakukan dengan preparasi cangkang telur ayam, pembuatan sampel air limbah sintetis, analisa sample air limbah sintetis sebelum diaplikasi, aplikasi cangkang telur ayam dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15% serta koagulan kimia, analisa sample air limbah sintetis yang telah di aplikasi, dan analisa data hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penyerapan logam mangan (Mn) menggunakan cangkang telur ayam berada di range 77,54%-89,13%. Konsentrasi cangkang telur ayam yang mempunyai daya serap paling tinggi adalah 10% yaitu sebesar 89,13%. Serta penyerapan logam mangan (Mn) menggunakan koagulan kimia lebih kecil dibandingkan cangkang telur ayam, yaitu sebesar 0,72%.

Keywords — Adsorpsi, Biosorben cangkang telur ayam, Mangan (Mn), Koagulan kimia

Abstract - Chicken egg shells are waste produced from household activities and the food industry and their utilization is not optimal. Chicken egg shells contain calcium carbonate (CaCO_3) of 98.41% which has the potential as a manganese (Mn) metal biosorbent. Manganese (Mn) is a heavy metal and in amounts > 0.5 mg/l of water can be dangerous for humans and the environment. Water is a basic need for life in the world so the chemical content of water must be maintained. This research aims to determine the adsorption ability of chicken eggshell waste on manganese (Mn) metal in synthetic wastewater and to determine its absorption compared to chemical coagulants. This research was carried out by preparing chicken egg shells, making synthetic waste water samples, analyzing synthetic waste water samples before application, applying chicken egg shells with concentrations of 5%, 10% and 15% as well as chemical coagulants, analyzing synthetic waste water samples that had been applied. , and analysis of research data. The research results showed that the average absorption of manganese (Mn) metal using chicken egg shells was in the range of 77.54% -89.13%. The concentration of chicken egg shells that has the highest absorption capacity is 10%, namely 89.13%. And the absorption of manganese (Mn) metal using chemical coagulants is smaller than chicken egg shells, namely 0.72%.

Keywords — Adsorption, Chicken eggshell biosorbent, Manganese (Mn), Chemical coagulant

I. PENDAHULUAN

Air ialah sumber kebutuhan dalam kehidupan karena semua organisme membutuhkan air. Air ialah senyawa yang paling berlimpah dalam sistem kehidupan. Air ialah kebutuhan dasar bagi manusia seperti air bersih yang layak dipergunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti mandi, memasak dan juga untuk kebutuhan minum [1]. Saat ini sumber air bersih telah tercemar oleh berbagai macam limbah. Limbah industri ialah limbah yang sangat berbahaya dikarenakan dapat memproduksi limbah yang mengandung logam berat [2].

Pencemaran lingkungan menarik perhatian akibat dampak buruk yang ditimbulkannya. Beberapa tahun kebelakang, logam berat menjadi perhatian di seluruh dunia dikarenakan mencemari lingkungan yang berlebihan. Logam berat mempunyai dampak yang sangat berbahaya karena sifatnya yang stabil dan tidak dapat diuraikan [3].

Logam berat ialah komponen yang tidak akan dapat diuraikan ataupun dimusnahkan, karena logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air dan udara. Dalam konsentrasi kecil (massa kurang dari 0,1 %), senyawa ini dapat bermanfaat bagi organisme dalam mengendalikan berbagai fungsi kimia dan fisiologis dalam tubuh. Logam berat sangat berbahaya dan beracun pada saat komposisinya tinggi di dalam tubuh [4].

Salah satu logam berat yang berbahaya adalah mangan (Mn). Mangan (Mn) dalam jumlah ($<0,5$ mg/l) dalam air tidak menyebabkan gangguan kesehatan, tetapi bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang serta berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu produksi enzim metabolisme tubuh, mengubah karbohidrat dan protein menjadi energi yang dapat digunakan. Mangan (Mn) dalam air minum bersifat neurotoksik dalam jumlah $> 0,5$ mg/l, seperti gejala sistem saraf, insomnia, kelemahan otot pada kaki dan wajah, serta ekspresi wajah yang membeku hingga wajah terlihat seperti topeng [5].

Upaya untuk mengurangi dampak pencemaran logam di dalam air dan juga upaya untuk

mengurangi limbah cangkang telur ayam dapat dilakukan pemanfaatan limbah kulit telur ayam sebagai adsorben. Cangkang telur ayam ialah bagian dari limbah perumahan, restoran serta industri dan menghasilkan jumlah limbah yang besar namun belum dimanfaatkan secara maksimal [6]. Cangkang telur mengandung kristal kalsium karbonat (98,41%), magnesium karbonat (0,84%) dan trikalsium fosfat (0,75%)^[6]. Cangkang telur mempunyai 10.000 hingga 20.000 pori untuk dapat mengadsorpsi suatu zat terlarut dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, kandungan terbesar cangkang telur ialah kalsium karbonat yang terdapat pada adsorben polar [7].

Berbagai teknik dan prosedur telah dikembangkan untuk mengurangi kadar ion logam, termasuk adsorpsi, pengendapan, dan pertukaran ion. Adsorpsi adalah teknik yang paling umum digunakan karena secara konseptual biasa dan dapat direvisasi serta efisien. Adsorpsi ialah proses dimana molekul cair kontak dan menempel pada permukaan [8]. [9] telah melakukan penelitian tentang efektivitas cangkang telur ayam sebagai adsorben terhadap daya jerap logam berat merkuri (Hg^{2+}). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa adsorben cangkang telur ayam dapat mengadsorpsi ion merkuri (Hg^{2+}) sebesar 92,038% pada waktu pemaparan 60 menit.

Berdasarkan uraian yang dijelaskan diatas, peneliti mencoba melakukan penelitian potensi limbah cangkang telur ayam sebagai biosorben logam mangan (Mn) dan perbandingannya dengan koagulan kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan adsorpsi biosorben dari limbah cangkang telur ayam terhadap penurunan mangan (Mn) yang terkandung dalam air limbah sintetis, dan untuk mengetahui perbandingan daya serapnya menggunakan koagulan kimia

II. METODE PENELITIAN

A. *Bahan dan Metode*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang telur ayam, aquades, air limbah

sintetis $MnSO_4$ dan koagulan kimia PAC (*Poly Aluminium Chloride*).

B. Prosedur Percobaan

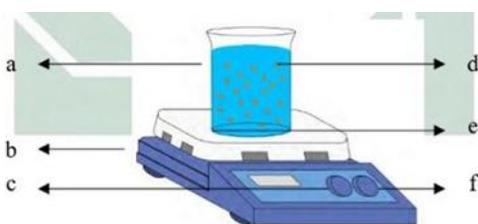
1 Pembuatan Adsorben Cangkang Telur Ayam

Limbah cangkang telur ayam diperoleh dari toko kue didaerah Tangerang, kemudian dicuci bersih dari kotoran yang menempel pada kulit telur ayam. Setelah itu, kulit telur direndam dalam air panas selama 15 menit, dicuci dengan air bersih dan dijemur selama 2 hari. Setelah cangkang mengering, cangkang telur dihaluskan dengan mortar dan diayak dengan ukuran 120 mesh. Selanjutnya cangkang telur tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu $110^{\circ}C$ dan dinginkan [8].

Setelah dikeringkan, dilakukan pengecekan kadar air. Persentase air ditentukan dengan teknik pengeringan dalam oven. Kulit telur dengan berat 5 gram ditempatkan kedalam oven pada suhu $105^{\circ}C$ selama 1 jam.

2. Uji Penyerapan Logam Berat Mangan (Mn) Menggunakan Cangkang Telur Ayam

Sampel air sintetis disiapkan hingga 1000 ml per sampel. Konsentrasi biosorben yang ditambahkan ialah 5%, 10 dan 15% untuk setiap sampel. Kemudian tempatkan sampel pada *magnetic stirrer* dan waktu pengadukan masing-masing *sample* adalah 30 menit dan diaduk dengan kecepatan 200 rpm seperti yang terlihat pada Gambar 1. [8].



Gambar 1. Desain Reaktor Proses Adsorpsi

3. Uji Penyerapan Mn menggunakan Koagulan Kimia (PAC)

Koagulan kimia yang dipakai dalam penelitian ini yaitu PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Koagulan PAC menurut [10] dapat menurunkan tingkat kekeruhan air. Metode yang akan dipakai yaitu jartest (koagulan flokulan) dengan variasi PAC pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [11] yaitu 6000 ppm. Pertama siapkan gelas beaker sesuai dengan rak pada jar test, isi dengan air limbah sintetis. Aduk jartest dengan kecepatan 100 rpm selama 1 menit

dan 60 rpm selama 10 menit, diamkan flok-flok dan amati bentuk masing-masing flok., kemudian saring masing-masing *sample* air dengan kertas saring. Lakukan analisa kandungan logam berat mangan (Mn) nya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data hasil percobaan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Percobaan

No	Konsentrasi	Kadar Awal Mn (mg/l)	Kadar Akhir Mn (mg/l)	Efektifitas Penyerapan (%)
1	5 % cangkang telur ayam	1,38	0,31	77,54
2	10 % cangkang telur ayam	1,38	0,15	89,13
3	15% cangkang telur ayam	1,38	0,19	86,23
4	6000 ppm	1,38	1,37	0,72

B. Pembahasan

1. Proses Pembuatan Biosorben Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur ayam diambil dari limbah industri rumah tangga. Kulit telur ayam yang digunakan pada penelitian ini adalah berwarna coklat dengan lapisan putih di dalamnya. Pertama, kulit telur dicuci menggunakan air untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian rendam cangkang telur dalam air mendidih selama 15 menit untuk membersihkan selaput dan menghilangkan bau amis. Selanjutnya, cuci cangkang telur dengan air bersih. Proses pencucian dan perendaman cangkang telur ayam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pencucian dan Perendaman Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur tersebut dijemur selama dua hari untuk mengurangi kadar airnya. Sinar matahari dapat melepaskan kelembapan dari kulit telur ayam, menyebabkannya menyusut dan mengurangi berat keringnya. Kadar air yang rendah dapat menghentikan proses enzimatik untuk mencegah pembentukan mikroorganisme [1]. Proses penjemuran cangkang telur ayam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Penjemuran Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur yang telah kering ditumbuk dan diblender menjadi serbuk halus, kemudian serbuk yang telah halus diayak menggunakan ayakan 120 mesh [8]. Ciri-ciri cangkang telur yang dihasilkan adalah tepung, berwarna putih sedikit kecoklatan dan sedikit berbau. Tujuan penghalusan dan pengayakan ini untuk memperkecil ukuran biosorben dan memperbesar luas permukaannya sehingga logam berat terserap secara maksimal. Proses pengayakan serbuk cangkang telur ayam dan hasil proses pengayakan dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Proses Pengayakan Serbuk Cangkang Telur Ayam



Gambar 5. Hasil Proses Pengayakan

Cangkang telur ayam yang sudah halus kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam untuk mengurangi kadar airnya. Kemudian, keluarkan cangkang telur dari oven dan dinginkan selama 15 menit [8].

2. Analisa Kadar Air Cangkang Telur Ayam

Biosorben yang telah dibuat, diuji kadar airnya [1]. Kelembaban mempengaruhi kapasitas adsorpsi logam berat dari biosorben. Dilakukan pengujian kadar air yaitu sampel biosorben disiapkan sebanyak 5 gram kemudian dioven selama 1 jam pada suhu 105°C hingga bobot tetap. Hasil uji kadar air serbuk cangkang telur sebesar 4 %. Hasil ini sesuai dengan SNI No. 0258-88 tentang persyaratan mutu karbon aktif dengan kadar maksimum 10%. Uji kadar air ini digunakan sebagai informasi untuk merepresentasikan kadar air biosorben cangkang telur ayam. Kandungan air yang tinggi dapat mengurangi kapasitas adsorpsi biosorben cangkang telur ayam [1]

3. Pembuatan Limbah Sintetis Pembuatan Limbah MnSO_4

Limbah yang dipakai ialah limbah sintetis. Pembuatan limbah dilakukan dengan melarutkan serbuk mangan (II) sulfat (MnSO_4) dengan aquades. Berdasarkan pembacaan, konsentrasi mangan (Mn) limbah sintetis sebesar 1.380 mg/l .

4. Pengujian Penyerapan Biosorben Cangkang Telur Ayam Terhadap Kadar Mangan (Mn) Pada Limbah Sintetis

Tahap pengujian biosorben cangkang telur ayam untuk menurunkan kandungan mangan (Mn) pada limbah sintetis dengan proses

adsorpsi metode batch. Metode batch diaplikasikan dengan mencampur biosorben dengan sampel limbah sintetis, dilakukan pengadukan, membiarkan larutan dan filtrat terpisah, dan menentukan konsentrasi atau derajat penurunan air limbah [1]. Biosorben cangkang telur ayam ditimbang masing-masing pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%, dan ditempatkan dalam gelas kimia yang berisi 1000 ml larutan mangan (Mn). Campuran tersebut kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* pada kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Selama proses pengadukan, *stirring bar* digunakan untuk pengadukan di dalam gelas beaker yang berisi *sample*. Selain itu, juga dilakukan penyerapan logam Mn menggunakan koagulan alami yaitu PAC (*Poly amonium chloride*)

Setelah diaplikasikan dengan biosorben, sampel didiamkan selama 1 jam, kemudian sampel disaring dengan corong dan kertas saring Whatman 42 untuk memisahkan larutan dari filtratnya [9]. Karakteristik larutan setelah penyaringan adalah tidak berwarna dan tidak berbau. Kandungan mangan (Mn) dalam larutan yang dihasilkan diukur dengan instrumen AAS.

5. Pengaruh penambahan cangkang telur ayam dan koagulan kimia terhadap penurunan kadar Mangan (Mn)

Tabel 1. menunjukkan bahwa biosorben cangkang telur ayam dapat menurunkan kadar mangan (Mn). Konsentrasi biosorben 5% dapat menurunkan kadar mangan (Mn) mencapai 0,310 mg/l dengan daya serap sebesar 77,54%. Sedangkan konsentrasi biosorben 10% dapat menurunkan kadar mangan (Mn) mencapai 0,150 mg/l dengan daya serap sebesar 89,13%, konsentrasi ini adalah yang paling efektif dalam menurunkan kandungan mangan (Mn). Biosorben dengan konsentrasi 15% dapat menurunkan kadar mangan (Mn) mencapai 0,190 mg/l dengan daya serap sebesar 86,23%. Sedangkan koagulan kimia yaitu PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dengan konsentrasi 6000 ppm [11] hanya dapat menurunkan kadar mangan (Mn) dengan mencapai 1,370 mg/L dengan daya serap sebesar 0,72%. Hal ini menunjukkan bahwa daya serap koagulan kimia terhadap logam mangan (Mn) kurang efektif dibandingkan dengan biosorben cangkang telur ayam. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh [9], bahwa penurunan kadar mangan (Mn) menggunakan koagulan PAC kurang optimal dikarenakan pembentukan dan pengendapan flok yang tidak sempurna selama

koagulasi-flokulasi. Hasil penurunan kadar mangan (Mn) dengan menggunakan biosorben cangkang telur ayam ini sangat efektif dan air limbah yang diturunkan kadar mangan (Mn) ini telah sesuai standar air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.32 Tahun 2017 yaitu dengan baku mutu sebesar 0,5 mg/l.

IV. KESIMPULAN

Biosorben cangkang telur ayam terbukti dapat menurunkan kadar mangan (Mn) dan memiliki daya serap logam mangan (Mn) sekitar 77,54% sampai dengan 89,13% dengan waktu kontak 30 menit. Kemampuan optimal dalam penurunan logam mangan (Mn) ditunjukkan dengan menggunakan biosorben cangkang telur ayam berkonsentrasi 10% yaitu memiliki daya serap mencapai 89,13%. sedangkan kolagulan kimia mempunyai daya serap sebesar 0,72%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustine, D., Maftukhah, S., Heri, M. S., Arrizal, H. (2021). Pemanfaatan Cangkang Keong Mas (*Pomacea Canaliculata*) sebagai Penjernih dan Biosorben Logam Berat Pada Air Sungai Cisadane. Laporan Penelitian LPPM Universitas Islam Syekh-Yusuf.
- [2] Maharani, V., Kuntjoro, S., & Indah, N. K. (2014). Pemanfaatan Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Logam Berat Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo. Lenterabio, 1(Januari 2018), 39–44.
- [3] Misfadhila, S., Azizah, Z., Rusdi, & Chaniago, Cynthia Diane P. (2018). Pengaplikasian Cangkang Telur Dan Karbon Aktif Sebagai Adsorben Logam Timbal. Farmasi Higea, 10(2), 1–8.
- [4] Lestari, N. C., Budiawan, I., Fuadi, A. M., (2021). Pemanfaatan Cangkang Telur dan Sekam Padi Sebagai Bioadsorben Metilen Biru pada Limbah Tekstil Kimia.
- [5] Muhammad, F., Dewi, Y. S. (2021). Efektivitas cangkang telur ayam negeri (*gallus gallus domesticus*) sebagai adsorben terhadap daya jeraplogam. 4(2), 19–29.
- [6] Purwaningsih, D. Y., Wulandari, I. A., & Aditya, W. (2021). Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Biosorben untuk Penurunan COD pada Limbah Cair Pabrik Batik. Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I (SENASTITAN I), 1(2), 507–512.
- [7] Fitriyana, F., & Safitri, E. (2015). Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Jelantah. Konversi, 4(1), 12. <https://doi.org/10.20527/k.v4i1.260>

- [8] Amalia, V. N. (2021). Ayam sebagai adsorben untuk menurunkan kadar besi (Fe) dengan sistem batch. Seminar nasional kimia dan pendidikan kimia xiii.
- [9] Fajar, M & Yusriani S. (2020). Efektivitas cangkang telur ayam negeri (*Gallus gallus domesticus*) sebagai adsorben terhadap daya jerap logam berat merkuri (Hg²⁺). Jurnal TechLINK Vol. 4 No.2
- [10] Valentine, D. A., & Paradila, M. P. (2021). Karakterisasi Dan Efektifitas Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) Sebagai Biosorben dalam Menyerap Logam Berat Fe pada Air Limbah Sintetik. VI(4), 2480–2485.
- [11] Yustinawati, Nirwana. 2014. “Efektifitas Poly Aluminium Chloride (PAC) Pada Pengolahan Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak.” Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau 1(2):1-10.