

MINI REVIEW: PEMANFAATAN ADSORBEN ARANG AKTIF CANGKANG TELUR TERHADAP LOGAM BERAT

MINI REVIEW: THE UTILIZATION OF EGG SHELL ADSORBENT FOR HEAVY METALS

Sarah Nur Aulia Azzahra*, Soerja Koesnapardi, Ika Yekti Liana Sari

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Jalan Barong Tongkok
No.4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

*Corresponding Author: sarahazzahra421@gmail.com

Diterbitkan: 31 Oktober 2025

ABSTRACT

A mini review on the utilization of activated carbon adsorbent from eggshells for heavy metal removal has been conducted. From the study results, it is known that activated carbon made from eggshells contains chemical compounds such as calcium carbonate (CaCO_3) at 94%, magnesium carbonate (MgCO_3) at 1%, and calcium phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) at 4%. The process of making activated carbon from eggshells involves first physically activating the eggshell powder through heating, followed by chemical activation using various strong acids such as HCl. The material is then neutralized and dried at 100°C for 30 minutes. The resulting activated carbon is then brought into contact with heavy metals such as Lead (Pb), Cadmium (Cd), Copper (Cu), Zinc (Zn), and Iron (Fe). The results show that the adsorption percentage and adsorption capacity of the eggshell activated carbon range from 32.09% to 99.81% and 67.745%, respectively. These values are influenced by factors such as surface area, concentration, stirring speed, and the activation conditions of the adsorbent.

Keywords: *Activated Carbon, Adsorption, Heavy Metals*

ABSTRAK

Mini review mengenai pemanfaatan adsorben arang aktif cangkang telur terhadap logam berat telah dilakukan. Dari hasil studi, dapat diketahui bahwa arang aktif cangkang telur memiliki kandungan senyawa kimia yaitu kalsium karbonat (CaCO_3) 94%, magnesium karbonat (MgCO_3) 1%, dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) 4%. Proses pembuatan arang aktif cangkang telur dilakukan dengan cara serbuk cangkang telur diaktivasi secara fisik terlebih dahulu dengan pemanasan kemudian diaktivasi secara kimia dengan berbagai jenis asam kuat seperti HCl, kemudian dinetralkan dan dikeringkan pada suhu 100°C selama 30 menit. Arang aktif yang terbentuk kemudian dikontakkan dengan logam berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Seng (Zn), dan Besi (Fe). Hasil yang diperoleh menunjukkan persen penyerapan dan kapasitas adsorpsi arang aktif cangkang telur berkisar antara 32,09%-99,81% dan 67,745%. Nilai persen penyerapan dan kapasitas adsorpsi tersebut dipengaruhi oleh faktor luas permukaan, konsentrasi, kecepatan pengadukan, dan kondisi aktivasi adsorben.

Kata kunci: *Arang Aktif, Adsorpsi, Logam Berat*

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan penting dalam kehidupan karena semua makhluk hidup memerlukannya. Air adalah senyawa yang paling melimpah dalam sistem kehidupan. Air menjadi

kebutuhan pokok manusia, terutama air bersih yang layak digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, memasak, dan minum. Saat ini, sumber air bersih sudah banyak tercemar oleh berbagai jenis limbah. Limbah industri termasuk limbah yang berbahaya karena dapat menghasilkan limbah yang mengandung logam berat [1]. Salah satu pencemar yang menjadi perhatian karena berpotensi membahayakan kesehatan makhluk hidup adalah logam berat. Logam berat termasuk komponen alami yang sulit terurai di lingkungan. Meskipun pada konsentrasi rendah logam berat dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan, minuman, atau udara tanpa menimbulkan efek besar, namun pada kadar tinggi, logam berat bersifat toksik karena dapat terakumulasi dalam tubuh. Paparan logam berat ini dapat menimbulkan kerusakan jaringan tubuh, khususnya organ yang berperan dalam proses detoksifikasi dan pengeluaran zat (seperti hati dan ginjal) [2].

Salah satu cara yang digunakan untuk mengurangi kontaminan dalam limbah adalah melalui proses adsorpsi, yaitu pemisahan suatu zat dari larutan yang kemudian menempel pada permukaan zat padat di area kontak antara padat dan cair. Sebaliknya, desorpsi merupakan proses pelepasan zat dari permukaan padat ke dalam larutannya. Ketika proses adsorpsi dan desorpsi terjadi bersamaan, dan laju keduanya seimbang, maka tercapai kondisi yang disebut sebagai kesetimbangan [2]. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi dan gaya tarik pada permukaan. Setiap permukaan memiliki karakteristik yang berbeda, bergantung pada struktur molekul zat tersebut. Molekul-molekul yang berada di bagian dalam suatu zat dikelilingi oleh molekul lain secara merata, sehingga gaya tarik menarik antar molekulnya seimbang dari segala arah. Namun, hal ini berbeda untuk molekul dipermukaan yang hanya mempunyai gaya tarik menarik ke arah dalam. Adsorben merupakan material padat yang memiliki luas permukaan internal yang sangat besar. Luas permukaan ini disebabkan oleh banyaknya pori-pori kecil yang terdapat pada struktur padat tersebut. Selain luas permukaan spesifik dan ukuran pori, karakteristik penting lainnya dari adsorben meliputi kerapatan massa, distribusi ukuran partikel, serta tingkat kekerasan materialnya [3].

Salah satu solusi untuk mengurangi dampak pencemaran di dalam air dan upaya mengurangi limbah cangkang telur yaitu dengan pemanfaatannya sebagai adsorben. Limbah ini berasal dari rumah tangga, restoran, dan industri yang jumlahnya cukup besar namun belum dimanfaatkan secara optimal. Cangkang telur mengandung senyawa kristal seperti kalsium karbonat (98,41%), magnesium karbonat (0,84%), dan trikalium fosfat (0,75%). Struktur cangkang telur memiliki sekitar 10.000 hingga 20.000 pori yang memungkinkan proses penyerapan zat terlarut, sehingga dapat digunakan sebagai bahan adsorben. Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuatnya cocok sebagai adsorben polar [1]. Ukuran pori-pori pada cangkang telur dapat ditingkatkan melalui proses aktivasi, yang berfungsi untuk memperbesar luas permukaan dan meningkatkan efisiensi proses adsorpsi. Aktivasi cangkang telur ayam sebagai bahan adsorben dilakukan dengan pembakaran pada suhu 600 °C, yang memicu reaksi kalsinasi. Reaksi ini menyebabkan perubahan pada komposisi kimia kulit telur. Selain memodifikasi komposisinya, proses kalsinasi juga mengubah morfologi serta struktur pori-pori kulit telur. Aktivasi pada suhu 600 °C menghasilkan luas permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pada suhu 1100 °C dan 800 °C, yaitu mencapai 2700,978 m²/g, dan nilai ini telah memenuhi standar luas permukaan untuk adsorben komersial [4].

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang memiliki kecenderungan tinggi untuk berikatan dengan belerang dan mengganggu ikatan enzim. Karena sifatnya tersebut, timbal dikategorikan sebagai salah satu polutan berbahaya. Dalam air, timbal biasanya hadir sebagai Pb(OH)₂. Logam ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, terutama dalam proses perpipaan. Emisi dari bahan bakar bertimbal menjadi penyumbang utama polusi di udara dan permukaan tanah. Sebagian besar timbal yang terdapat di lingkungan akan mengalir ke perairan dan terakumulasi, yang pada akhirnya bisa masuk ke dalam tubuh hewan maupun manusia. Apabila masuk ke dalam tubuh manusia, timbal dapat mengganggu perkembangan otak anak, menghambat pertumbuhan fisik, bahkan memicu kelumpuhan. Gejala keracunan timbal lainnya termasuk mual, anemia, dan sakit perut [5].

Tembaga (Cu) merupakan logam yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri seperti manufaktur, mekanik, kelistrikan, arsitektur, serta dalam bidang tekstil, pertambangan,

elektroplating, perpipaan, pupuk, dan baterai. Logam ini umumnya dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk ion Cu(II) dengan berbagai tingkat konsentrasi. Ion Cu(II) dalam jumlah tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia, termasuk gangguan sistem pencernaan, kerusakan ginjal, serta anemia [6].

Logam besi (Fe) sering ditemukan di lingkungan, terutama di perairan yang tercemar limbah. Limbah Fe di perairan dengan konsentrasi melebihi 1,0 mg/L dapat menyebabkan perubahan warna air menjadi kekuningan dan berbahaya bagi manusia karena sifat beracunnya. Jumlah logam Fe yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan pertumbuhan hingga kematian. Oleh sebab itu, penting untuk mengendalikan kadar Fe di lingkungan (Suryani et al., 2022).

Mangan (Mn) merupakan salah satu logam berat yang dapat membahayakan kesehatan. Kandungan mangan dalam air dengan konsentrasi kurang dari 0,5 mg/L umumnya tidak menimbulkan efek negatif bagi kesehatan. Bahkan, dalam jumlah kecil, mangan berperan penting dalam menjaga fungsi otak dan tulang, mendukung pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu proses metabolisme tubuh, seperti mengubah karbohidrat dan protein menjadi energi. Namun, jika kadar mangan dalam air minum melebihi 0,5 mg/L, logam ini bersifat neurotoksik dan dapat memicu gangguan saraf, susah tidur (insomnia), kelemahan otot pada wajah dan kaki, hingga ekspresi wajah yang kaku seperti topeng [1].

Salah satu jenis logam berat yang berbahaya adalah kromium (Cr). Logam ini umumnya mencemari lingkungan akibat limbah dari berbagai industri, seperti industri pelapisan logam, penyamakan kulit, serta produksi cat dan pigmen. Dalam limbah industri, kromium biasanya ditemukan dalam dua bentuk valensi, yaitu Cr(III) dan Cr(VI). Cr(VI) bersifat jauh lebih toksik sekitar 100 kali lebih berbahaya dibandingkan Cr(III) karena memiliki kemampuan larut dan mobilitas yang tinggi di lingkungan. Cr(VI) juga dikenal sebagai zat yang beracun, sulit terurai, dapat terakumulasi dalam lingkungan, dan memiliki potensi untuk menumpuk di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan [8].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi literatur, yaitu metode yang mengandalkan pengumpulan data dari berbagai sumber pustaka untuk dianalisis. Tujuannya adalah memperoleh pemahaman mengenai penggunaan adsorben cangkang telur yang dibuat menjadi serbuk, arang aktif, dan dimodifikasi dengan adsorben lain untuk mengatasi logam berat. Artikel yang digunakan diperoleh melalui pencarian di database *Google Scholar*. Literatur yang dikaji mencakup publikasi dari tahun 2017-2025 dengan kata kunci “adsorpsi logam berat”, “adsorben cangkang telur” dan “arang aktif” dan diseleksi berdasarkan abstrak dan isi artikel.

Data dari berbagai artikel yang diperoleh kemudian dibandingkan dan dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui efektivitas cangkang telur sebagai adsorben, peran modifikasi, serta kecenderungan metode yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil setelah dilakukan skrining terhadap beberapa jurnal pada *Google Scholar*, diperoleh sebanyak sembilan jurnal yang ditampilkan dalam bentuk tabel di bawah ini:

Tabel 1. Rekap Hasil Pencarian Jurnal

No.	Peneliti, Tahun	Judul	Jurnal dan Volume	Hasil
1.	Lisna Dewi, Ginayanti Hadiesobroto, Hesty Nuur	Potensi Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Telur Bebek sebagai	Jurnal Riset Kimia, Vol. 8(3)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sampel cangkang telur ayam pH optimum pada pH 4, waktu pencampuran

	Hanifah (2022)	Bioadsorben Logam Pb dari Limbah Cair Industri Farmasi		optimum 45 menit, dan massa optimum 125 mg, dengan efektivitas adsorpsi logam Pb sebesar 92,75%. Sedangkan pada sampel cangkang telur bebek didapatkan pH optimum pada pH 2, waktu pencampuran optimum 30 menit, dan massa optimum 125 mg, dengan efektivitas adsorpsi logam Pb sebesar 93,66%. Cangkang telur ayam dan bebek potensial dijadikan sebagai salah satu bioadsorben alternatif dalam pengolahan limbah cair.
2.	Hafid Arrizal, Siti Maftukhah, Dine Agustine (2024)	Potensi Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Biosorben Logam Mangan (Mn) Dan Perbandingannya Dengan Koagulan Kimia	Jurnal Teknik & Teknologi Terapan, Vol. 2(2)	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%.
3.	Vivian Novia Amalia, Sarita Oktorina, Rr Diah Nugraheni Setyowati (2022)	Efisiensi Penyerapan Logam Besi (Fe) Menggunakan Adsorben Cangkang Telur Ayam Dengan Sistem Batch	Jurnal Teknologi Technoscientia, Vol. 14(2)	Hasil rata-rata adsorpsi pada variasi massa adsorben 0,5gr, 1,0gr, 1,5gr, 2,0gr dan 2,5gr berturut-turut sebesar 32,09%, 89,55%, 97,55%, 98,65% dan 99,21%. Massa adsorben 1,5 gr dengan waktu kontak 60 menit mempunyai efisiensi penyerapan yang paling tinggi, yaitu 99,65%. Berdasarkan hasil di atas, diketahui bahwa adsorben cangkang ayam dapat menurunkan kadar besi (Fe) dengan variasi waktu pengadukan dan massa adsorben.
4.	Syahril Makosim, Mohamad	Kinerja Biosorben Cangkang Telur sebagai Pengadsorbsi	Jurnal IPTEK, Vol. 4(2)	Hasil penelitian menunjukan kondisi optimum adsorpsi logam Cr(III) didapatkan waktu

	Haifan, Eka Indra Setiawan (2020)	Logam Berat Cr pada Limbah Industri		optimum 40 menit dengan kapasitas penyerapan sebesar 1242,46 $\mu\text{g Cr (III)/g}$ biosorben, dan konsentrasi optimum dengan perlakuan waktu dan bobot optimum yaitu pada 200 ppm dengan kapasitas penyerapan sebesar 4984,99 $\mu\text{g Cr (III)/g}$ biosorben. Isoterm adsorpsi menganut tipe isoterm Freundlich atau secara fisika (fisisorpsi), karena linieritas isoterm Freundlich yang didapatkan dari hasil perhitungan yaitu $R^2 = 0.7312$ atau 73,12% lebih tinggi dibandingkan isoterm Langmuir yaitu $R^2 = 0,0335$ atau 3,35%.
5.	Terry Novriyani Susanto, 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(1)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kandungan kromium terbesar adalah pada menit ke 40 menggunakan mesh 80 sebesar 53,001 %.
6.	Ike Nur Amanah, Fajar Indah Puspita Indriyani, Ristika Oktavia Asriza (2022)	Pengaruh Jenis Asam Pada Aktivasi Cangkang Telur Sebagai Adsorben Logam Cu Pada Air Kolong	Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian	Hasil penelitian dengan uji SAA sampel degassing dengan gas N_2 pada suhu 300°C selama 1 jam diperoleh luas permukaan terbesar pada adsorben aktivasi menggunakan asam sulfat (HCl) sebesar $63,907 \text{ m}^2/\text{g}$. Logam Cu terserap pada adsorben menggunakan cangkang telur teraktivasi asam klorida (HCl) mampu menyerap logam Cu pada air kolong dan menghasilkan efisiensi adsorpsi optimum sebesar 65,27%
7.	Anita Karunia Zustriani dan Tara Bintang Aghnia (2025)	Efektivitas Cangkang Telur Teraktivasi Asam Dan Basa Untuk Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) Pada	Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia dan Terapannya Vol. 7(1)	Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum proses adsorpsi yaitu pada pH 6, waktu kontak 60 menit, dan massa adsorben 0,25 gram. Pada kondisi optimum, efisiensi adsorpsi ion logam tembaga (Cu) oleh

		Limbah Cair Laboratorium		adsorben cangkang telur ayam teraktivasi HCl sebesar 99,40% dan kapasitas adsorpsinya 67.675,4 mg/g. Sedangkan efisiensi adsorpsi ion logam tembaga (Cu) oleh adsorben cangkang telur ayam teraktivasi NaOH sebesar 99,51% dan kapasitas adsorpsinya 67.745,6 mg/g.
8.	Theresia Liyana Sejati, Fandhi Adi Wardoyo, Stalis Norma Ethica, Ana Hidayati Mukaromah (2021)	Efektifitas Serbuk Cangkang Telur Puyuh Dalam Menurunkan Kadar Ion Mangan (II) Dalam Air Sumur Gali Di Desa Gempolsewu Rowosari Kenda	Prosiding Seminar Nasional UNIMUS Vol. 4	Hasil penelitian diperoleh bahwa kadar sampel ion Mn(II) awal adalah 2,04 ppm dan sampel addisi 24,13 ppm. Penurunan kadar ion Mn(II) paling tinggi 93,30% dengan penambahan serbuk cangkang telur puyuh 8%b/v dan lama perendaman selama 90 menit. Serbuk cangkang telur puyuh sangat efektif dalam penurunan ion kadar Mn(II) pada air sumur gali di Desa Gempolsewu Kecamatan Rowosari Kabupaten Kendal.
9.	Suci Sri Wulandari, Tuti Alawiyah, Kunti Nastiti, Nur Hidayah (2025)	Pemanfaatan Cangkang Telur Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar Tembaga (Cu) pada Air Sungai Sebamban Kabupaten Tanah Bumbu	Jurnal Surya Medika (JSM), Vol. 11(1)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa 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.

No.	Peneliti, Tahun	Jenis Adsorben	Logam	Variabel Bebas (Optimasi Adsorpsi)	Kapasitas Adsorpsi	Persen Penyerapan
1.	Lisna Dewi, Ginayanti Hadiesobroto, Hesty Nuur Hanifah (2022)	Serbuk cangkang telur ayam dan bebek	Pb ²⁺	Variasi pH optimum, waktu kontak dan massa optimum	—	93,66% (CTB) dan 92,75% (CTA)
2.	Hafid Arrizal, Siti Maftukhah, Dine Agustine (2024)	Serbuk cangkang telur ayam	Mn ²⁺	Variasi konsentrasi ion logam	—	89,13%
3.	Vivian Novia Amalia, Sarita Oktorina, Rr Diah Nugraheni Setyowati (2022)	Serbuk cangkang telur ayam	Fe ³⁺	Variasi waktu pengadukan, massa adsorben dan waktu kontak	—	99,65%
4.	Syahril Makosim, Mohamad Haifan, Eka Indra Setiawan (2020)	Serbuk cangkang telur ayam	Cr ³⁺	Variasi waktu kontak dan konsentrasi ion logam	1242,46 mg/g	—
5.	Terry Novriyani Susanto, Atmono, Natalina (2017)	Serbuk cangkang telur ayam	Cr ⁶⁺	Variasi <i>mesh</i> dan variasi waktu pengambilan sampel	—	53,001%
6.	Ike Nur Amanah, Fajar Indah Puspita Indriyani, Ristika Oktavia Asriza (2022)	Arang aktif cangkang telur ayam	Cu ²⁺	—	—	65,27%
7.	Anita Karunia Zustriani dan Tara Bintang Aghnia (2025)	Arang aktif cangkang telur ayam	Cu ²⁺	Variasi pH optimum, waktu kontak dan massa adsorben	67.675,4 mg/g (HCl) dan 67.745,6	99,40% (HCl) dan 99,51% (NaOH)

					mg/g (NaOH)	
8.	Theresia Liyana Sejati, Fandhi Adi Wardoyo, Stalis Norma Ethica, Ana Hidayati Mukaromah (2021)	Serbuk cangkang telur puyuh	Mn^{2+}	Variasi massa adsorben dan waktu kontak	—	93,30%
9.	Suci Sri Wulandari, Tuti Alawiyah, Kunti Nastiti, Nur Hidayah (2025)	Arang aktif cangkang telur bebek	Cu^{2+}	Variasi waktu kontak	—	92,40%

Berdasarkan hasil analisa dari sembilan artikel di atas, diketahui bahwa kesembilan artikel tersebut membahas terkait efektifitas adsorben cangkang telur bai dalam bentuk serbuk, arang aktif, ataupun modifikasinya dengan adsorben lain terhadap ion logam berat.

Pada penelitian Dewi dkk., (2022) digunakan serbuk cangkang telur ayam dan bebek sebagai adsorben untuk ion logam Pb pada limbah cair industri untuk mengetahui perbandingan efektivitas di antara kedua adsorben tersebut dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Dimana dilakukan uji pH optimum, waktu pencampuran optimum, dan massa adsorben optimum. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh pada cangkang telur ayam bekerja secara optimum pada pH 4 dengan waktu pencampuran selama 30 menit dan massa adsorben sebesar 125 mg. Pada adsorben cangkang telur ayam diketahui efektivitas adsorpsinya terhadap logam Pb sebesar 92,75%. Sedangkan pada adsorben cangkang telur bebek bekerja secara optimum pada pH 2 dengan waktu pencampuran selama 30 menit dan massa adsorben sebesar 125 mg. Pada adsorben cangkang telur bebek diketahui efektivitas adsorpsinya terhadap logam Pb sebesar 93,66%. Dari persen efektivitas tersebut dapat disimpulkan bahwa cangkang telur ayam dan bebek cocok digunakan sebagai adsorben limbah Pb pada limbah cair industri.

Pada Penelitian Arrizal dkk., (2024) digunakan serbuk cangkang telur ayam sebagai adsorben logam Mangan (Mn) pada air limbah sintesis. Dimana dilakukan pengujian dengan metode *batch* dengan konsentrasi adsorben sebesar 5%, 10%, dan 15% yang dikontakkan ke dalam 1000 mL larutan mangan (Mn) dengan pengadukan menggunakan *stirrer* pada kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Larutan yang telah dikontakkan diukur menggunakan instrumen AAS. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil kapasitas adsorpsi adsorben cangkang telur terhadap ion logam Pb sebesar 77,54% hingga 89,13% yaitu penyerapan terhesar terdapat pada konsentrasi adsorben 10%. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa cangkang telur ayam efektif untuk menurunkan kadar Mn pada air limbah yang telah sesuai standar air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.32 Tahun 2017 yaitu dengan baku mutu sebesar 0,5 mg/l.

Pada penelitian Amalia dkk., (2022) digunakan serbuk cangkang telur ayam sebagai adsorben ion logam besi (Fe) dimana dilakukan pengujian dengan metode *batch* menggunakan variasi massa adsorben yaitu sebesar 0,5gr, 1,0gr, 1,5gr, 2,0gr dan 2,5gr dengan variasi pengadukan selama 30 menit dan 60 menit. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa rata-rata efisiensi adsorpsi pada variasi waktu kontak selama 30 menit dan 60 menit masing-masing mencapai 74,87% dan 91,94%.

Sementara itu, rata-rata adsorpsi pada variasi massa adsorben sebesar 0,5 gram, 1,0 gram, 1,5 gram, 2,0 gram, dan 2,5 gram berturut-turut mencapai 32,09%, 89,55%, 97,55%, 98,65%, dan 99,21%. Kombinasi massa adsorben 1,5 gram dengan waktu kontak 60 menit menunjukkan efisiensi penyerapan tertinggi, yaitu sebesar 99,65%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa cangkang ayam sebagai adsorben mampu menurunkan kadar zat besi (Fe) secara efektif melalui variasi massa dan waktu pengadukan.

Pada penelitian Makosim dkk., (2020) digunakan serbuk cangkang telur ayam sebagai adsorben untuk adsorpsi logam berat Cr pada limbah industri dimana dilakukan pengujian menggunakan variasi waktu kontak yaitu selama 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, dan 120 menit serta menggunakan variasi konsentrasi logam Cr sebesar 50,0 ppm; 100,0 ppm; 150,0 ppm; 200,0 ppm; 250,0 ppm; 300,0 ppm; 350,0 ppm; 400,0 ppm; 450,0 ppm; 500,0 ppm; dan 1000 ppm yang kemudian dianalisa menggunakan instrumen AAS. Berdasarkan pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk proses adsorpsi logam Cr (III) terjadi pada waktu kontak selama 40 menit, dengan kapasitas adsorpsi mencapai 1242,46 $\mu\text{g Cr (III)}/\text{gram biosorben}$. Sementara itu, konsentrasi optimal dengan kombinasi waktu dan massa biosorben yang juga optimal diperoleh pada 200 ppm, menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 4984,99 $\mu\text{g Cr (III)}/\text{gram biosorben}$. Pola adsorpsi mengikuti model isoterm Freundlich, yang mengindikasikan bahwa proses berlangsung secara fisik (fisisorpsi). Hal ini didukung oleh nilai linearitas dari model Freundlich yang mencapai $R^2 = 0,7312$ (73,12%), jauh lebih tinggi dibandingkan model Langmuir yang hanya sebesar $R^2 = 0,0335$ (3,35%).

Pada penelitian Susanto dkk., (2017) digunakan serbuk cangkang telur ayam sebagai adsorben penurunan kadar logam kromium heksavalen (Cr^{6+}) pada limbah cair industri elektroplating dengan variasi ukuran adsorben yaitu sebesar 40, 60, dan 80 mesh serta variasi waktu pengambilan sampel selama menit ke 0, 10, 20, 30, 40, dan 60 dengan laju alir sebesar 25 mL/menit. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa penurunan kandungan kromium terbesar adalah pada menit ke 40 menggunakan mesh 80 sebesar 53,001 %.

Pada penelitian Amanah dkk., (2022) digunakan arang aktif cangkang telur ayam yang diaktivasi menggunakan beberapa jenis asam yaitu asam sulfat (H_2SO_4) 0,1 M, asam klorida (HCl) 0,1 M, dan asam nitrat (HNO_3) 0,1 M sebagai adsorben logam Cu pada air kolong dimana dilakukan analisis menggunakan XRD, XRF dan SSA. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa cangkang telur teraktivasi asam mengandung CaCO_3 yaitu sebesar 97,501% dan puncak serapan khas dengan intensitas tertinggi terdapat pada $2\theta=29,461^\circ$ yaitu CaCO_3 . Hasil uji SAA sampel degassing dengan gas N_2 pada suhu 300°C selama 1 jam diperoleh luas permukaan terbesar pada adsorben aktivasi menggunakan asam sulfat (HCl) sebesar 63,907 m^2/g . Logam Cu terserap pada adsorben menggunakan cangkang telur teraktivasi asam klorida (HCl) mampu menyerap logam Cu pada air kolong dan menghasilkan efisiensi adsorpsi optimum sebesar 65,27%.

Pada penelitian Zustriani dan Aghnia (2025) digunakan arang aktif cangkang telur teraktivasi asam dan basa yaitu asam klorida (HCl) sebagai aktivator asam dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator basa sebagai adsorben untuk adsorpsi logam tembaga (Cu) pada limbah cair laboratorium. Dimana pada penelitian tersebut menunjukkan kondisi optimum proses adsorpsi yaitu pada pH 6, waktu kontak 60 menit, dan massa adsorben 0,25 gram. Pada kondisi optimum, efisiensi adsorpsi ion logam tembaga (Cu) oleh adsorben cangkang telur ayam teraktivasi HCl sebesar 99,40% dan kapasitas adsorpsinya 67.675,4 mg/g. Sedangkan efisiensi adsorpsi ion logam tembaga (Cu) oleh adsorben cangkang telur ayam teraktivasi NaOH sebesar 99,51% dan kapasitas adsorpsinya 67.745,6 mg/g.

Pada penelitian Sejati dkk., (2021) digunakan serbuk cangkang telur puyuh dalam menurunkan kadar ion mangan (II) dalam air sumur gali di Desa Gempolsewu Rowosari Kendal. Dimana dilakukan perendaman menggunakan serbuk cangkang telur puyuh dengan konsentrasi 6, 7 dan 8 %b/v dengan variasi lama perendaman 30, 60 dan 90 menit dan diulang sebanyak 3 kali. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa kadar sampel ion Mn(II) awal adalah 2,04 ppm dan sampel addisi 24,13 ppm. Penurunan kadar ion Mn(II) paling tinggi 93,30% dengan penambahan serbuk cangkang

telur puyuh 8%b/v dan lama perendaman selama 90 menit. Serbuk cangkang telur puyuh sangat efektif dalam penurunan ion kadar Mn(II) pada air sumur gali di Desa Gempolsewu Kecamatan Rowosari Kabupaten Kendal.

Pada penelitian Wulandari dkk., (2025) digunakan arang aktif cangkang telur bebek teraktivasi asam yaitu HCl 0,1 N sebagai adsorben dalam menurunkan kadar tembaga (Cu) pada air Sungai Sebanban Kabupaten Tanah Bumbu dengan 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 sebanban.

KESIMPULAN

Hasil dari *mini review* menyimpulkan bahwa limbah cangkang telur seperti serbuk cangkang telur ayam, serbuk cangkang telur bebek, serbuk cangkang telur puyuh dan arang aktif cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap berbagai macam logam berat. Dimana limbah cangkang telur tersebut mengandung kandungan senyawa kimia yaitu kalsium karbonat (CaCO_3) 94%, magnesium karbonat (MgCO_3) 1%, dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) 4%, dimana banyaknya kandungan kalsium karbonat tersebut dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Dari hasil diperoleh nilai kapasitas adsorpsi sebesar 1242,46 mg/g – 67.745,6 mg/g dan persen penyerapan sebesar 53,001% – 99,65%. Besar kecil hasil yang diperoleh bergantung dari beberapa faktor seperti luas permukaan, konsentrasi, dan jenis adsorben yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arrizal, H., Maftukhah, S., & Agustine, D. (2024). Potensi Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Biosorben Logam Mangan (Mn) Dan Perbandingannya Dengan Koagulan Kimia. *Jurnal Teknik & Teknologi Terapan*, 2(2), 32–37.
- [2] Makosim, S., Haifan, M., & Setiawan, E. I. (2020). Kinerja Biosorben Cangkang Telur sebagai Pengadsorpsi Logam Berat Cr pada Limbah Industri (Performance of Egg Shell Biosorbent as Cr Heavy Metal Extractor in Industrial Liquid Waste). *Jurnal IPTEK*, 4(2), 56–63.
- [3] Hajar, E. W. I., Sitorus, R. S., Mulianingtias, N., & Welan, F. J. (2016). Efektivitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.20527/k.v5i1.4771>
- [4] Fasihah, N. S., Maryani, Y., & Heriyanto, H. (2022). Pengolahan Air Limbah Laundry Menggunakan Adsorpsi Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(20), 129–139. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7239004>
- [5] Widayatno, T., Yuliawati, T., & Susilo, A. A. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1).
- [6] Purnawan, C., Martini, T., & Rini, I. P. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Silika Abu Ampas Tebu Termodifikasi Arginin sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2), 333–348.
- [7] Suryani, M. Y., Paramita, A., Susilo, H., & Maharsih, I. K. (2022). Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *JOURNAL OF LABORATORY ISSN*, 5(1), 7–15.
- [8] Muhajjal, R. G., Agawijaya, I., Santoso, B., & Suryadi, J. (2021). Perbandingan Efektivitas Ampas Teh Hitam dan Ampas Teh Hijau sebagai Adsorben Ion Logam Cr (VI). *Fullerene Journ. Of Chem*, 6(2), 101–109.

- [9] Dewi, L., Hadiesobroto, G., & Hanifah, H. N. (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>
- [10] Amalia, V. N., Oktorina, S., & Setyowati, R. D. N. (2022). Efisiensi Penyerapan Logam Besi (Fe) Menggunakan Adsorben Cangkang Telur Ayam Dengan Sistem Batch. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, 14(2), 91–96. <https://doi.org/10.34151/technoscience.v14i2.3590>
- [11] Susanto, T. N., 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*, 11(1), 1–52.
- [12] Amanah, I. N., Indriyani, F. I. P., & Asriza, R. O. (2022). Pengaruh Jenis Asam pada Aktivasi Cangkang Telur Sebagai Adsorben Logam Cu pada Air Kolong. *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat*, 117–122.
- [13] Zustriani, A. K., & Aghnia, T. B. (2025). Efektivitas Cangkang Telur Teraktivasi Asam Dan Basa Untuk Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) Pada Limbah Cair Laboratorium. *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 7(1), 1–119.
- [14] Sejati, T. L., Wardoyo, F. A., Ethica, S. N., & Mukaromah, A. H. (2021). Efektifitas Serbuk Cangkang Telur Puyuh Dalam Menurunkan Kadar Ion Mangan (II) Dalam Air Sumur Gali Di Desa Gempolsewu Rowosari Kendal. *Prosiding Seminiar Nasional UNIMUS*, 1842–1851.
- [15] Wulandari, S. S., Alawiyah, T., Nastiti, K., & Hidayah, N. (2025). Pemanfaatan Cangkang Telur Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar Tembaga (Cu) pada Air Sungai Sebamban Kabupaten Tanah Bumbu. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 11(1), 80–90.