

PEMANFAATAN KERANG, KEPITING DAN KUPANG SEBAGAI ADSORBEN UNTUK LOGAM BERAT KROMIUM (Cr), KADMIUM (Cd), KOBALT (Co), BESI (Fe), TEMBAGA (Cu), MANGAN (Mn) DAN NIKEL (Ni)

Ridho Kurniawan^{*1}, Fauzi Redha², Mahlinda³

^{1,2,3}Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh, Kementerian Perindustrian

e-mail : ^{*1}ridho.kemenperin@gmail.com, ²fauziredha@gmail.com, ³mahlinda.aceh@gmail.com

ABSTRACT

Heavy metals can have very toxic effects on the living organisms. Before discharging its waste stream into the environment, industry must reduce the metals below a standard concentration set by the government. Various methods have been developed for heavy metals removal from wastewater. One technique for heavy metals removal to reduce heavy metals in wastewater which has gained much attention because of its low cost, simplicity, and effectiveness is adsorption. Some shells from marine animals such as cockles, crabs and mussels can be used as adsorbents. This study aims to determine the adsorption of cockle shell, crab shell and mussel shell on Chromium (Cr), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Iron (Fe), Copper (Cu), Manganese (Mn) and Nickel (Ni) in standard solutions. Shell ash is made by calcination using a furnace at 900° C for ± 9 hours. The shells added with standard solution then stirred for 18 hours and metal analysis using Atomic Absorption Spectrophotometers (AAS). The results indicated that the adsorption of Fe and Cu using cockle shell, crab shell and mussel shell reached 100%. The adsorptions of cocle shell, crab shell and mussle shell on Co, Mn and Ni are slightly different with values above 99% respectively. Mussel shell is able to adsorb Cr more than other shells with percentage of 99.91.

Keywords : Adsorption, cockle shell, crab shell, heavy metal, mussle shell

INTISARI

Logam berat dapat memiliki efek yang sangat beracun bagi makhluk hidup. Sebelum membuang aliran limbahnya ke lingkungan, industri harus mengurangi konsentrasi logam tersebut di bawah standar konsentrasi yang ditetapkan oleh pemerintah. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan logam berat dari air limbah. Salah satu teknik untuk mengurangi logam berat pada air limbah yang banyak diteliti karena biaya rendah, sederhana dan memiliki efektivitas yang cukup baik adalah adsorpsi. Beberapa cangkang dari hewan laut seperti kerang, kepiting dan kupang dapat dijadikan adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap adsorben dari abu cangkang kerang, abu cangkang kepiting dan abu kupang terhadap kadar logam berat Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Besi (Fe), Tembaga (Cu), Mangan (Mn) dan Nikel (Ni) pada larutan standar. Abu cangkang dibuat dengan kalsinasi menggunakan furnace pada suhu 900°C selama ± 9 jam. Larutan standar ditambahkan cangkang kemudian diaduk dan didiamkan selama 8 jam. dan untuk analisis logam menggunakan Spektrofotomer Serapan Atom. Dari hasil penelitian didapat bahwa daya serap abu cangkang kerang, kepiting dan kupang pada logam Fe dan Cu mencapai 100%. Daya serap ketiga logam pada

Co, Mn dan Ni tidak terlalu berbeda dengan nilai diatas 99%. Abu cangkang kupang mampu menyerap Cr lebih besar dibandingkan abu cangkang lainnya dengan nilai 99,91%.

Kata kunci : *Adsorpsi, cangkang kepiting, cangkang kerang, cangkang kupang, logam berat*

1. PENDAHULUAN

Logam berat merupakan salah satu polutan utama dalam limbah air yang berasal dari industri. Sebelum membuang aliran limbahnya ke lingkungan, industri harus mengurangi konsentrasi logam tersebut di bawah standar konsentrasi yang ditetapkan oleh pemerintah. Logam berat seperti kadmium, nikel, tembaga, kromium, dll. dapat memiliki efek yang sangat beracun bagi makhluk hidup. Logam berat bisa memasuki rantai makanan terutama melalui ikan dan tumbuhan. Tanaman cenderung mengambil logam berat yang terlarut dalam air, dan logam-logam itu terakumulasi di akarnya dan kemudian dipindahkan ke bagian yang dapat dimakan oleh manusia seperti sayuran & buah-buahan (Ahmad et al., 2020).

Meskipun konsentrasi minimum logam berat diperlukan untuk tubuh, namun apabila melebihi batas bisa berbahaya bagi manusia. Nikel yang biasanya berasal dari pembuatan baterai dapat menyebabkan asma kronis, dermatitis dan kanker paru-paru. Kadmium yang terutama dari industri alloy, dan peleburan dapat menyebabkan kerusakan ginjal. Tembaga yang berasal dari industri elektronika dapat menyebabkan insomnia, penyakit wilson dan kerusakan hati (Upadhyay et al., 2021). Begitu juga dengan logam berat lainnya seperti kromium, mangan, besi dan kobalt juga sangat berbahaya bagi organisme hidup dan oleh karena itu, pengolahan air limbah harus dilakukan dengan benar sebelum dibuang ke lingkungan (Ahmad et al., 2017).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan logam berat dari air limbah seperti pertukaran ion (Wang et al., 2018), reverse osmosis (Volpin et al., 2018), ekstraksi pelarut (Hutton-Ashkenny et al., 2015) dan menggunakan membran (Wang et al., 2017). Namun, proses ini memiliki kekurangan tertentu seperti biaya yang mahal, menghasilkan limbah sekunder dan terbatas penggunaannya di industri.

Salah satu teknik untuk mengurangi logam berat pada air limbah yang banyak diteliti karena biaya rendah, sederhana, bisa diregenerasi dan memiliki efektivitas yang cukup baik adalah adsorpsi (Liao & Huang, 2019). Sejak pengakuan adsorpsi sebagai salah satu metode yang paling nyaman untuk pengolahan air limbah, para peneliti terus berfokus mengembangkan adsorben yang murah, efektif, lingkungan ramah dan dapat direproduksi. Hasilnya beberapa cangkang dari hewan laut seperti kerang, kepiting dan kupang dapat dijadikan adsorben (Ifa et al., 2018; Pridyanti et al., 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap adsorben dari abu cangkang kerang, abu cangkang kepiting dan abu kupang terhadap kadar logam berat Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Besi (Fe), Tembaga (Cu), Mangan (Mn) dan Nikel (Ni) pada larutan standar.

2. METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: timbangan analitik KERN ABT 320-4AM, Spektrofotometer serapan atom Shimadzu AA-7000, Furnace Thermolyne 6000, cawan, kertas saring whatman-41, magnet stirrer, ayakan, corong, erlenmeyer, gelas kimia, labu ukur 500 mL dan pipet volume. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cangkang kerang, cangkang kepiting, cangkang kupang, larutan standar Cr, Cd, Co, Fe, Cu, Mn dan Ni (1000 ppm) merek MERCK, akuabides dan HNO₃.

2.1 Pembuatan abu cangkang kerang, kepiting dan kupang

Proses pembuatan abu cangkang kerang, kepiting dan kupang diawali dengan pemisahan cangkang dengan daging, lalu dibilas sampai bersih dan dikeringkan, kemudian masing-masing cangkang ditumbuk sampai halus. Masing-masing cangkang dimasukkan ke dalam furnace pada suhu 900°C selama ±9 jam. Abu didinginkan kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam. Masing-masing abu dilakukan pengayakan dengan ayakan 200 mesh untuk homogenisasi ukuran.

2.2 Pembuatan larutan logam

Masing-masing larutan standar Cr, Cd, Co, Fe, Cu, Mn dan Ni (1000 ppm) di ambil sebanyak 5 mL lalu diencerkan ke dalam labu takar 500 mL menggunakan akuabides yang mengandung asam nitrat (0,05 M). Larutan tersebut ditera sampai tanda dan dilakukan homogenisasi dengan cara membolak-balikan labu ukur.

2.3 Penentuan daya serap abu cangkang kerang , kepiting dan kupang terhadap logam Cu, Pb, dan Zn.

Abu cangkang kerang, kepiting, dan kupang ditimbang masing-masing sebanyak 2 gram ke dalam Erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan larutan logam standar Cr, Cd, Co, Fe, Cu, Mn dan Ni sebanyak 100 mL. Campuran diaduk dan didiamkan selama 16 jam, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman. Larutan logam standar dan filtrat dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (Shimadzu AA-7000).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daya Serap Abu Kerang

Pada Tabel 1, abu cangkang kerang dapat menyerap logam-logam berat dengan efektif. Logam berat dalam larutan standar seperti Fe dan Cu yang sebelum dilakukan perlakuan memiliki konsentrasi masing-masing senilai 8,7478 dan 8,6202 ppm dapat diserap oleh abu cangkang kerang dengan sempurna. Logam-logam lainnya juga seperti Cr, Cd, Co, Mn dan Ni dapat diserap dengan konsentrasi logam tersisa pada larutan standar yang dikontakkan masing-masing bernilai 0,3160, 0,0241, 0,0210, 0,0119, dan 0,0050 ppm.

Hasil daya serap adsorben pada penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya mengenai daya serap abu cangkang kerang. Pada penelitian yang dilakukan Sudarmawan et al., (2020), abu cangkang berhasil mengadsorpsi logam berat Mn dan Fe dengan nilai 100% dan 38,7%. Hasil daya serap Mn pada penelitian tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian ini dengan nilai 99,85%. Pada logam Fe, terlihat perbedaan signifikan dimana penelitian ini mampu menyerap 100% logam Fe. Perbedaan ini terjadi karena luas permukaan adsorben, berat adsorben dan waktu adsorbansi (Elmariza, 2015).

Tabel 1. Kadar Logam Sesudah Kontak Dengan Abu Cangkang Kerang

No	Logam yang diadsorpsi	Kadar logam (ppm) pada larutan		
		Sebelum	Sesudah	Daya Adsorpsi (%)
1	Cr	11,0794	0,3160	97,15
2	Cd	5,0158	0,0241	99,52
3	Co	10,7588	0,0210	99,80
4	Fe	8,7478	<0,0002 [#]	100
5	Cu	8,6202	<0,0008 [#]	100
6	Mn	7,7951	0,0119	99,85
7	Ni	7,2828	0,0050	99,93

3.2 Daya Serap Abu Kepiting

Seperti pada abu cangkang kerang, abu cangkang kepiting juga dapat menyerap logam-logam berat yang terdapat pada larutan standar seperti yang terlihat pada Tabel 2. Daya serap abu cangkang kepiting terhadap logam Fe dan Cu yang paling tinggi dibandingkan logam lainnya dengan dengan konsentrasi standar setelah kontak masing-masing menjadi kurang dari 0,0002 dan 0,0008 ppm. Selain itu, logam-logam lain seperti Cr, Cd, Co, Mn dan Ni juga dapat diadsorpsi dengan efektif sehingga hanya menyisakan masing-masing logam dengan konsentrasi 0,4022, 0,0173, 0,0162, 0,0071 dan 0,0125 ppm.

Tabel 2. Kadar Logam Sesudah Kontak Dengan Abu Cangkang Kepiting

No	Logam yang diadsorpsi	Kadar logam (ppm) pada larutan		
		Sebelum	Sesudah	Daya Adsorpsi (%)
1	Cr	11,0794	0,4022	96,37
2	Cd	5,0158	0,0173	99,66
3	Co	10,7588	0,0162	99,85
4	Fe	8,7478	<0,0002 [#]	100
5	Cu	8,6202	<0,0008 [#]	100
6	Mn	7,7951	0,0071	99,91
7	Ni	7,2828	0,0125	99,83

Pada beberapa penelitian sebelumnya, abu cangkang kepiting dapat menyerap logam berat. Abu cangkang kepiting dapat menyerap logam Cu dengan signifikan, yaitu 99,75% (Ifa et al., 2018). Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan penelitian ini yang daya serapnya mencapai 100%. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan abu cangkang kepiting juga dapat mengadsorpsi logam Cr (Jeon, 2019).

3.3 Daya Serap Abu Kupang

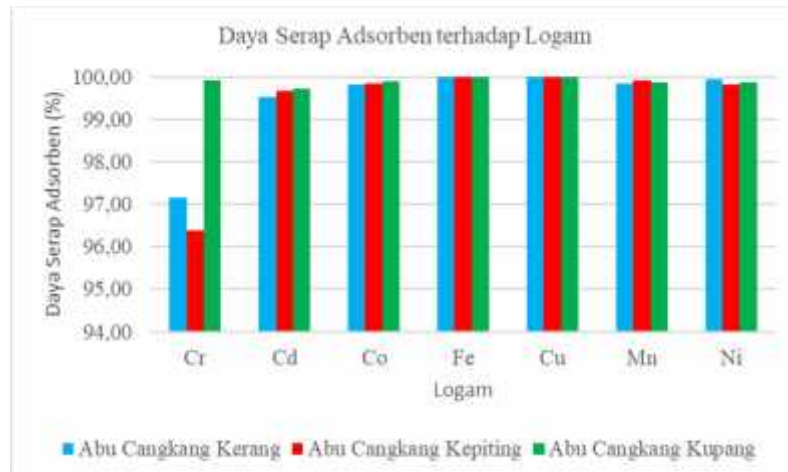
Berdasarkan Tabel 3, kita juga melihat kemampuan daya serap abu cangkang kupang terhadap logam berat cukup signifikan. Seperti contoh pada logam Fe dan Cu, abu cangkang kupang mampu menurunkan konsentrasi pada larutan standar menjadi dibawah deteksi limit alat AAS yang digunakan, yaitu kurang dari 0,0002 ppm untuk logam Fe dan 0,0008 ppm untuk logam Cu. Logam Cr, Cd, Co, Mn dan Ni juga dapat diserap dengan signifikan sehingga hanya menyisakan larutan standar masing-masing dengan konsentrasi 0,0096, 0,0143, 0,0129, 0,0098 dan 0,0100 ppm.

Tabel 3. Kadar Logam Sesudah Kontak Dengan Abu Cangkang Kupang

No	Logam yang diadsorpsi	Kadar Logam (ppm) pada larutan		
		Sebelum	Sesudah	Daya Adsorpsi (%)
1	Cr	11,0794	0,0096	99,91
2	Cd	5,0158	0,0143	99,71
3	Co	10,7588	0,0129	99,88
4	Fe	8,7478	<0,0002 [#]	100
5	Cu	8,6202	<0,0008 [#]	100
6	Mn	7,7951	0,0098	99,87
7	Ni	7,2828	0,0100	99,86

Daya serap yang dilakukan abu cangkang kupang pada penelitian lain juga linear dengan penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian Garrido-Rodriguez et al., 2014 menunjukkan abu cangkang kupang juga dapat mengadsorpsi logam Cd, Cu, dan Ni. Selain itu, cangkang kupang juga bisa mengadsorpsi logam Cr (Seco-Reigosa et al., 2014).

3.4 Perbandingan Daya Serap Abu Kerang, Kepiting dan Kupang



Gambar 1. Daya Serap Adsorben terhadap Logam

Pada Gambar 1 menunjukkan perbandingan daya serap adsorben dari abu cangkang kerang, abu cangkang kepiting dan abu cangkang kupang. Pada logam Fe dan Cu, daya serap ketiga adsorben mencapai 100%. Hal ini menunjukkan ketiga adsorben dapat menyerap logam tersebut dengan maksimal. Hasil yang berbeda terdapat pada logam Cr, dimana abu cangkang kupang dapat menyerap logam lebih besar dibandingkan dengan abu cangkang kerang dan abu cangkang kepiting dengan nilai sebesar 99,91%. Daya serap ketiga adsorben terhadap logam Cd, Co, Mn dan Ni tidak terlalu berbeda dengan nilai daya serapnya mencapai diatas 99%.

4. KESIMPULAN

Daya serap abu cangkang kerang, kepiting dan kupang pada logam Fe dan Cu mencapai 100%. Daya serap ketiga logam pada Co, Mn dan Ni tidak terlalu berbeda dengan nilai diatas 99%. Abu cangkang kupang mampu menyerap Cr lebih besar dibandingkan abu cangkang lainnya dengan nilai 99,91%

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh, Kementerian Perindustrian yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Manzoor, K., & Ikram, S. (2017). Versatile nature of hetero-chitosan based derivatives as biodegradable adsorbent for heavy metal ions; a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105, 190–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.008>
- Ahmad, S. Z. N., Wan Salleh, W. N., Ismail, A. F., Yusof, N., Mohd Yusop, M. Z., & Aziz, F. (2020). Adsorptive removal of heavy metal ions using graphene-based nanomaterials: Toxicity, roles of functional groups and mechanisms. *Chemosphere*, 248, 126008. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126008>
- Elmariza, J. (2015). Optimasi Ukuran Partikel , Massa Dan Waktu Kontak Karbon Aktif. *Jurnal Kimia*, 4(2), 1–5.
- Garrido-Rodriguez, B., Cutillas-Barreiro, L., Fernández-Calviño, D., Arias-Estévez, M., Fernández-Sanjurjo, M. J., Álvarez-Rodríguez, E., & Núñez-Delgado, A. (2014). Competitive adsorption and transport of Cd, Cu, Ni and Zn in a mine soil amended with mussel shell. *Chemosphere*, 107, 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.12.097>
- Hutton-Ashkenny, M., Ibana, D., & Barnard, K. R. (2015). Reagent selection for recovery of nickel and cobalt from nitric acid nickel laterite leach solutions by solvent extraction. *Minerals Engineering*, 77, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2015.02.010>
- Ifa, L., Akbar, M., Fardi Ramli, A., & Wiyani, L. (2018). Pemanfaatan cangkang kerang dan cangkang kepiting sebagai adsorben logam Cu, Pb dan Zn pada limbah industri pertambangan emas. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 27. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v3i1.191>
- Jeon, C. (2019). Removal of Cr(VI) from aqueous solution using amine-impregnated crab shells in the batch process. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 77, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.04.025>

- Liao, J., & Huang, H. (2019). Magnetic chitin hydrogels prepared from *Herichium erinaceus* residues with tunable characteristics: A novel biosorbent for Cu²⁺ removal. *Carbohydrate Polymers*, 220(May), 191–201. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.05.074>
- Pridyanti, D. D., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2018). Seri Ilmu-ilmu Alam dan Kesehatan Volume 2, Nomor 2, Tahun 2018 <http://journal.unhena.ac.id>. *Hibualamo: Seri Ilmu-Ilmu Alam Dan Kesehatan*, 2, 78–83.
- Seco-Reigosa, N., Cutillas-Barreiro, L., Nóvoa-Muñoz, J. C., Arias-Estévez, M., Fernández-Sanjurjo, M. J., Álvarez-Rodríguez, E., & Núñez-Delgado, A. (2014). Mixtures including wastes from the mussel shell processing industry: Retention of arsenic, chromium and mercury. *Journal of Cleaner Production*, 84(1), 680–690. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.050>
- Sudarmawan, W. S., Suprijanto, J., Departemen, I. R., Kelautan, I., & Perikanan, F. (2020). Abu Cangkang Kerang *Anadara granosa*, Linnaeus 1758 (Bivalvia: Arcidae) sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Laut. *Journal of Marine Research*, 9(3), 237–244. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/26539>
- Upadhyay, U., Sreedhar, I., Singh, S. A., Patel, C. M., & Anitha, K. L. (2021). Recent advances in heavy metal removal by chitosan based adsorbents. *Carbohydrate Polymers*, 251(August 2020). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117000>
- Volpin, F., Fons, E., Chekli, L., Kim, J. E., Jang, A., & Shon, H. K. (2018). Hybrid forward osmosis-reverse osmosis for wastewater reuse and seawater desalination: Understanding the optimal feed solution to minimise fouling. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 523–532. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.006>
- Wang, M., Payne, K. A., Tong, S., & Ergas, S. J. (2018). Hybrid algal photosynthesis and ion exchange (HAPIX) process for high ammonium strength wastewater treatment. *Water Research*, 142, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.043>
- Wang, X., Wang, Z., Chen, H., & Wu, Z. (2017). Removal of Cu(II) ions from contaminated waters using a conducting microfiltration membrane. *Journal of Hazardous Materials*, 339, 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.06.038>