

Efektivitas Adsorpsi Logam Berat (Fe^{2+}) Menggunakan Arang Aktif Batang Bambu (*Bambusoideae*) Teraktivasi NaOH

Cory Dian Alfarisi*, Rozanna Sri Irianty, Gery Andreas Damanik, Syamsu Herman

Program Studi D-III Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru 28293, Indonesia

ARTICLE HISTORY

Received : 17-07-2024

Accepted : 26-10-2024

Published : 25-11-2024

KEYWORDS

Adsorption

Adsorption Capacity

Concentration

Column Diameter

Effectiveness

*corresponding author:

Email: corydian@lecturer.unri.ac.id



ABSTRACT

The environmental pollution that was the center of attention was industrial wasted. Adsorption had been shown to be a more effective method for absorbing heavy metals from wastewater. Adsorption is the absorption of a substance on the surface of another substance. The adsorbent commonly used in adsorption is activated charcoal. Yellow bamboo is a material that could produced charcoal by carbonization. The research aimed to make adsorbents from bamboo, to characterize activated charcoal according to SNI 06-3730-1995. Bamboo stem activated charcoal capacity and calculated the effectiveness of charcoal adsorbents. Bamboo stems actively absorb iron ions (Fe^{2+}). Variations in this process was particle sizes of 40+ 60-, 60+ 80- and 80+ 100-mesh and column diameter sizes of 2, 3 and 4 cm. The analysis results for the characteristics of the activated charcoal complied with SNI provisions, showing a moisture content of 4%, an ash content of 8%, and an iodine adsorption capacity of 1002.45 mg/g.. The best results in this research were the adsorption process at varying particle sizes of 80+ 100- mesh with a column diameter of 2 cm with an adsorption capacity value of 0.896 mg/g and an effectiveness of 90.48%. Variations in column diameter and particle size used affect the adsorption capacity and effectiveness of the adsorption process.

1. PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan industri yang diharapkan dapat memudahkan kehidupan saat ini, ternyata membawa masalah terhadap pencemaran lingkungan. Pencemaran tersebut diakibatkan karena keberadaan limbah yang tidak ditangani dengan baik oleh industri. Pada umumnya industri membuang limbah ke badan air tanpa melewati sistem pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan pencemaran air dan merusak ekosistem perairan. Yang paling berbahaya bagi orang-orang yang menggunakan air untuk kehidupan sehari-hari. Air limbah yang mengandung logam berat tergolong limbah beracun dan berbahaya dan tidak dapat langsung dibuang tanpa pengolahan untuk memastikan tidak melebihi baku mutu air. Proses utama yang digunakan dalam pengolahan limbah antara lain pengendapan, adsorpsi pada padatan, pertukaran ion dan pemisahan dengan buih (Ayu, 2016).

Senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat, sebagai contoh adalah logam merkuri (Hg), kadmium (Cd), timah hitam (Pb) dan khrom (Cr), serta bahan kimia lainnya yang sulit didegradasi di alam dan sangat berbahaya misalnya pestisida, dioksin, PCB dan lain - lain (Palar, 2004). Selain itu, beberapa limbah memiliki tingkat racun yang sangat tinggi dan memberikan dampak langsung seperti merkuri ($HgCl$), sianida dan sulfida (Syefli, 2020). Umumnya logam bermanfaat bagi manusia karena digunakan dalam bidang industri, pertanian atau kedokteran. Sebagian merupakan unsur penting karena dibutuhkan dalam berbagai fungsi biokimia, sebagai contohnya logam-logam atau mineral-mineral esensial

tubuh jika tidak terpenuhi, maka dapat berakibat seng (Zn) dan nikel (Ni). Salah satu upaya dalam mengatasi masalah polutan dan kontaminan di lingkungan adalah dengan teknik adsorpsi. Keuntungan dari teknik ini adalah biaya yang dikeluarkan relatif kecil dan tidak menimbulkan racun (Sanjaya dan Yuanita, 2007).

Adsorpsi telah terbukti sebagai suatu metoda yang lebih efektif untuk menyerap logam berat dari air limbah. Metode adsorpsi sangat efektif untuk limbah dengan konsentrasi polutan yang rendah sampai sedang. Adsorpsi adalah proses pemusatan molekul atau ion adsorbat pada lapisan permukaan adsorben, baik secara fisika atau kimia. Dengan demikian adsorben harus mempunyai sifat - sifat permukaan yang khas sesuai dengan jenis adsorbat yang teradsorpsi (Bhattacharyya dan Gupta, 2007). Adsorben yang biasa digunakan dalam adsorpsi ialah karbon aktif. Karbon aktif adalah padatan yang mempunyai pori mengandung 85-95% senyawa karbon. Karbon aktif dapat diperoleh dari beberapa bahan yang mengandung karbon seperti kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji, sekam padi, tempurung, gambut, bagasse, batubara, lignin, dan tulang binatang. Karbon aktif mempunyai kapasitas yang besar dalam mengadsorpsi molekul organik maupun anorganik (Zamzanie, 2020).

Pada penelitian ini dilakukan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari batang bambu sebagai adsorben dan besi (Fe^{2+}) sebagai adsorbat untuk mengetahui daya jerap dan hasil efektivitas adsorben yang paling baik dan penentuan kondisi optimum serta dapat memanfaatkan karbon dari batang bambu. Pemanfaatan karbon dari batang bambu diharapkan menjadi alternatif dalam menyerap zat - zat logam atau mineral yang dapat mencemari lingkungan perairan.

2. METODE

Metode penelitian terdiri dari alat dan bahan serta prosedur penelitian.

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pH meter, ayak, neraca analitik, *beaker glass*, labu ukur, *oven*, *stopwatch*, batang pengaduk, erlenmeyer, kertas saring, corong, spatula, desikator, buret, *oven*, *furnace*, seperangkat alat kolom adsorpsi, spektrofotometer *ultraviolet visible* (uv-vis), kuvet dan desikator. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu batang bambu kering dari kota Dumai Provinsi Riau, NaOH 0,5 N, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, amilum 1%, larutan iodin 0,1 N, larutan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N, kalium tiosianat (KSCN) 20%, HNO_3 4 M dan *aquadest*.

2.2 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa proses yaitu persiapan bahan baku. Batang bambu yang akan digunakan pada penelitian diambil dari kota Dumai, Provinsi Riau. Batang bambu kemudian dikecilkan ukurannya menjadi beberapa bagian kemudian dilakukan proses pengeringan dengan dijemur dalam kurun waktu 7 hari sampai massa bambu berkurang 10% dari massa awal. Proses karbonisasi dilakukan dengan memasukkan batang bambu kedalam tong. Proses pembakaran dilakukan dengan udara terbatas dan diaduk sesekali guna menghasilkan produk arang yang merata. Kemudian, arang diayak guna menyamakan ukuran partikel. Pengayakan arang dari batang bambu dilakukan

dengan variasi (40⁺, 60⁻), (60⁺, 80⁻) dan (80⁺, 100⁻) mesh. Arang yang sudah sama ukurannya diaktivasi menggunakan NaOH 0,5 N dengan perbandingan 1:50 (1 g arang di dalam 50 mL aktivator NaOH) selama 8 jam. Setelah proses aktivasi selesai, padatan dan cairan dipisahkan dengan kertas saring kemudian dicuci hingga pH air pencuci netral atau 7. Arang yang sudah teraktivasi selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C dan selanjutnya sudah siap menjadi adsorben.

Proses adsorpsi dimulai dengan mengisi kolom menggunakan adsorben dengan variasi diameter pipa (kolom) 2 cm, 3 cm dan 4 cm dengan volume larutan yang sama dan ukuran partikel yang sama. Larutan Fe²⁺ yang akan dijerap mengalir dari atas melalui pipa dengan bantuan pompa (laju alir 2,5 mL/detik). Adsorbat masuk ke dalam kolom secara bersamaan pada seluruh kolom dan melakukan kontak dengan adsorben. Setelah seluruh adsorbat masuk ke dalam kolom, Proses kontak awal adsorben dan adsorbat dilakukan selama 5 menit di dalam kolom agar larutan terdistribusi sehingga peluang kontak dengan adsorben lebih efektif. Setelah waktu kontak maka aliran akan turun kebawah menuju botol sampel dengan cara dibuka *valve* pada kolom tersebut. Penyaringan dilakukan pada sampel untuk meminimalisir adsorben yang ikut masuk ke dalam sampel dan larutan menjadi lebih bersih. Larutan hasil penyaringan diambil dan diukur konsentrasinya dengan menggunakan alat spektrofotometer *ultraviolet visible* untuk mendapatkan konsentrasinya.

Selanjutnya, dilakukan variasi kedua yaitu ukuran partikel, Proses adsorpsi dimulai dengan mengisi kolom dengan variasi ukuran partikel (40⁺, 60⁻), (60⁺, 80⁻) dan (80⁺, 100⁻) mesh dengan volume larutan adsorbat yang sama yaitu Fe²⁺ dan laju alir 2,5 mL/detik. Adsorbat yang sudah mengalir didiamkan selama 5 menit di pipa agar larutan terdistribusi sehingga peluang kontak dengan adsorben lebih efektif. Setelah waktu kontak maka aliran akan turun kebawah menuju erlenmeyer. Larutan hasil dari adsorpsi dianalisa kandungan setelah proses adsorpsi menggunakan alat spektrofotometer *ultraviolet visible* (uv-vis) untuk memperoleh konsentrasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Karakteristik Arang Aktif Batang Bambu

Setelah proses pembuatan adsorben selesai, adsorben yang didapatkan diuji untuk mengetahui karakteristiknya. Hasil pengujian karakteristik arang aktif batang bambu dan perbandingan dengan standar nasional Indonesia (SNI) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Arang Aktif Batang Bambu

| Karakteristik Adsorben Arang Aktif | Hasil yang diperoleh | Standar mutu Nasional (SNI 06-3730-1995) |
|------------------------------------|----------------------|--|
| Kadar Air | 4% | Max 15% |
| Kadar Abu | 8% | Max 10% |
| Daya Jerap Iodin | 1.002,51 mg/g | Min 750 mg/g |

3.1.1 Kadar Air Arang Aktif Batang Batang bambu

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air yang diperoleh pada adsorben yang dihasilkan sebesar 4%. Jika dilakukan perbandingan antara hasil data yang diperoleh dengan

Standar mutu Nasional (SNI 06-3730-1995) didapatkan bahwa kadar air yang dihasilkan adalah 4% dan berada pada rentang dibawah 15% yang menjadi syarat SNI. Bila mengacu pada standar yang ditetapkan, hasil ini dinilai baik karena sesuai dengan standar mutu yang sudah ditetapkan. Nilai kadar air perlu ditinjau karena semakin besar pori-pori yang terbentuk pada adsorben, maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Hal ini mengakibatkan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Semakin rendah kadar air menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal dan menutupi pori karbon aktif. Semakin besar pori-pori, maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah (Sari dkk, 2021).

3.1.2 Kadar Abu Arang Aktif Batang Batang bambu

Kadar abu pada adsorben sangat berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya pengurangan kemampuan karbon aktif dalam menyerap, sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang. Nilai kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini adalah 8%, sedangkan standar pada kadar abu adalah maksimal 10%. Nilai kadar abu arang aktif batang bambu yang dihasilkan sesuai dengan standar mutu nasional (SNI 06-3730-1995). Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang (Sari dkk, 2021). Pada arang aktif, kadar abu diupayakan sekecil mungkin karena akan menurunkan kemampuan daya serapnya baik dalam bentuk gas maupun larutan (Sulaiman dkk, 2017).

3.1.3 Daya Jerap Iodin Arang Aktif Batang Batang bambu

Karakteristik adsorben yang perlu diuji yaitu kemampuan daya jerap iodin dari adsorbennya. Menurut Standar mutu Nasional (SNI 06-3730-1995), daya jerap iodin minimum adalah 750 mg/g, dan daya jerap iodin yang diperoleh adalah 1002,45 mg/g. Nilai ini memenuhi standar karena melebihi batas maksimum yaitu 750 mg/g yang sudah ditetapkan oleh SNI. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Untuk bilangan Iodin akan semakin bertambah, daya serap terhadap Iod semakin besar, ini berarti bahwa kualitas arang aktif akan semakin baik dalam penyerapan. Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas area permukaan pori merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben (Sulaiman dkk, 2017).

Kemampuan dari karbon aktif dapat dilihat dari kemampuannya mengadsorpsi substrat. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben. Penambahan larutan iod berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh karbon aktif sebagai adsorbennya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorben dalam proses penjerapan sehingga perlu ditinjau untuk keberhasilan proses adsorpsi. Terserapnya larutan iod ditunjukkan dengan adanya pengurangan konsentrasi larutan iod (Laos dan Selan, 2016).

3.1.4 Efektivitas dan Daya Jerap Adsorben Arang Aktif Batang Bambu terhadap Ion Logam Besi (Fe^{2+})

Hasil penjerapan serta efektivitas dan daya jerap pada proses adsorpsi logam berat (Fe^{2+}) ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Efektivitas dan Daya Jerap proses Adsorpsi Logam Besi (Fe^{2+})

| Diameter Kolom (cm) | Ukuran Partikel (mesh) | Konsentrasi adsorbat awal (mg/L) | Konsentrasi (mg/L) | Efektivitas (%) | Daya Jerap (mg/g) |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| 2 | 40 ⁺ , 60 ⁻ | 9,90 | 1,546 | 84,39 | 0,835 |
| | 60 ⁺ , 80 ⁻ | | 1,201 | 87,87 | 0,870 |
| | 80 ⁺ , 100 ⁻ | | 0,943 | 90,48 | 0,896 |
| 3 | 40 ⁺ , 60 ⁻ | | 1,980 | 80,00 | 0,792 |
| | 60 ⁺ , 80 ⁻ | | 1,619 | 83,65 | 0,828 |
| | 80 ⁺ , 100 ⁻ | | 1,499 | 84,85 | 0,840 |
| 4 | 40 ⁺ , 60 ⁻ | | 2,286 | 76,91 | 0,761 |
| | 60 ⁺ , 80 ⁻ | | 1,941 | 80,40 | 0,796 |
| | 80 ⁺ , 100 ⁻ | | 1,676 | 83,07 | 0,822 |

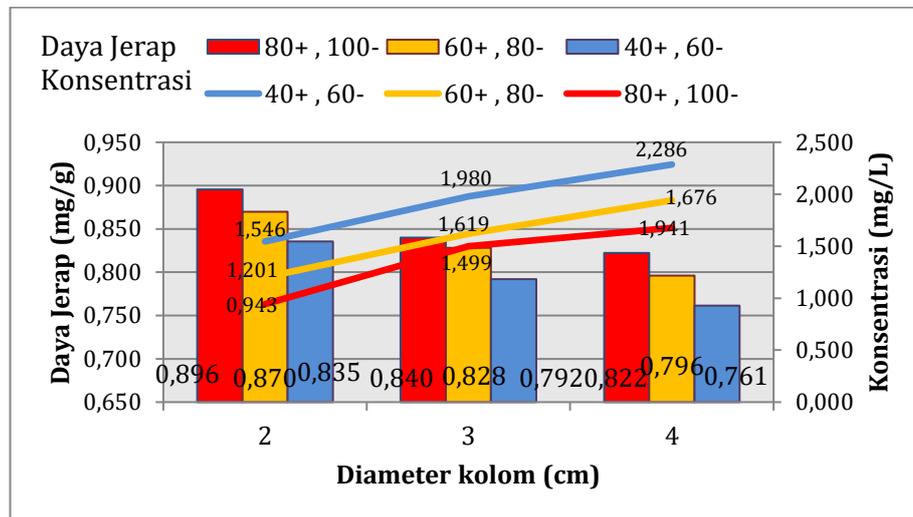
Berdasarkan Tabel 2 ditampilkan data berupa variasi diameter kolom dan ukuran partikel serta data konsentrasi awal hingga pada konsentrasi akhir pada proses adsorpsi. Pengaruh dari variasi tersebut ditinjau dari daya jerap serta efektivitas dari proses adsorpsi. Untuk konsentrasi awal dari adsorbat sebesar 9,9 mg/L diperoleh nilai konsentrasi akhir yang berbeda – beda, sesuai dengan variasi diameter dan ukuran partikel.

3.2 Daya Jerap Adsorben Arang Aktif Batang Bambu terhadap Ion Logam Besi (Fe^{2+})

Daya jerap arang aktif merupakan kemampuan arang aktif dalam menjerap adsorbat yang terakumulasi dalam permukaan adsorben sehingga adsorbat dalam larutan akan berkurang. Penelitian ini memvariasikan diameter kolom 2 cm, 3 cm dan 4 cm dan ukuran partikel dengan variasi (40⁺, 60⁻), (60⁺, 80⁻) dan (80⁺, 100⁻) mesh untuk melihat pengaruh dari diameter dan ukuran partikel terhadap daya jerap dari arang aktif batang bambu sebagai adsorben untuk menyerap ion besi (Fe^{2+}). Hasil penjerapan ditampilkan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, variasi diameter kolom dan ukuran partikel berpengaruh pada hasil penjerapan ion logam besi (Fe^{2+}). Pada Gambar 1 ditunjukkan proses adsorpsi dalam menghasilkan daya jerap yang paling optimal. Daya jerap pada keseluruhan variasi berkisar pada *range* 0,761 mg/g hingga pada 0,896 mg/g. Proses yang paling optimal berada pada variasi diameter 2 cm dan ukuran partikel (80⁺, 100⁻) mesh dengan daya jerap 0,896 mg/g dan proses yang paling kecil daya jerapnya berada pada variasi diameter 4 cm dan ukuran partikel (40⁺, 60⁻) mesh. dengan daya jerap 0,761 mg/g. Variabel tetap berupa massa yang sama yaitu 10 g pada seluruh variasi dengan perbedaan ukuran partikel. Salah satu teori menyatakan bahwa semakin tinggi ketinggian adsorben (unggun) maka semakin besar kemampuan

penjerapan yang terserap dan sebaliknya dikarenakan semakin tinggi adsorben (unggun) maka semakin luas permukaan kontak adsorben menjadi semakin besar sehingga penjerapannya menjadi lebih baik. Semakin rendah unggun, adsorben yang berkontak dengan adsorbat lebih sedikit dibanding unggun yang lebih tinggi. Akibatnya waktu kontak adsorbat dengan adsorben lebih singkat dan kondisi jenuh lebih cepat tercapai dan begitu pula sebaliknya (Rielsa, 2023).



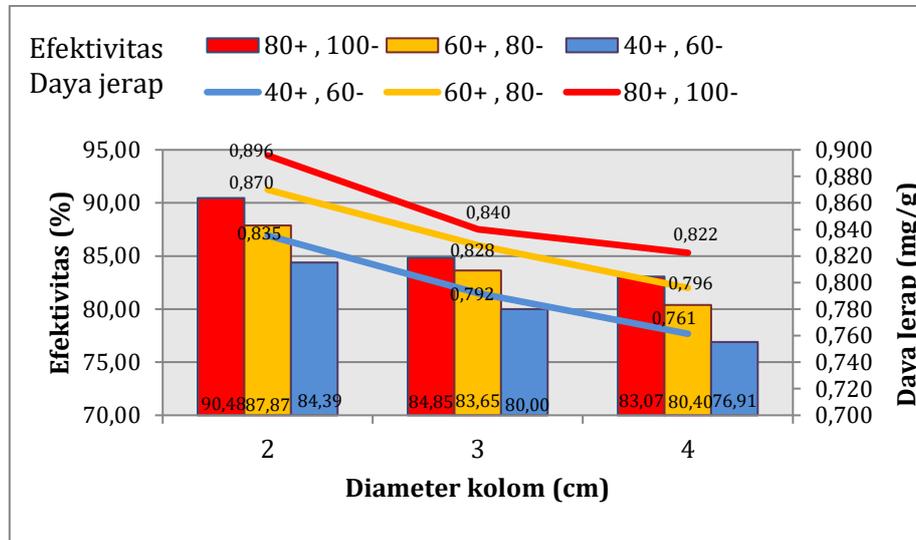
Gambar 1. Pengaruh Diameter Kolom dan Ukuran Partikel terhadap Daya Jerap

Hasil pada penelitian ini menyatakan bahwa variasi kolom diameter 2 cm menghasilkan daya jerap yang lebih tinggi karena pada diameter kecil, susunan partikel adsorben arang aktif akan lebih tinggi keatas dan memperbesar area kontak bila dibandingkan dengan variasi diameter 3 cm dan 4 cm yang lebih dominan melebar dia area sekitar. Suatu bentuk kolom mempengaruhi proses adsorpsi yang terjadi. Maka, ukuran dari media berupa variasi diameter kolom mempengaruhi proses pejerapan yang jebih efektif. Hasil ini sesuai dengan teori yang ada yaitu Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran diameter, karena peningkatan luas permukaan media sebanding dengan peningkatan tingkat adsorpsi yang sebanding dengan penurunan ukuran (Chereminoff, 1974 dalam Costa, 2019).

Selain bentuk dari media berupa diameter kolom, ukuran partikel termasuk dalam salah satu faktor dalam mengasilkan tingkat penjerapan yang baik. Dari ketiga variasi yaitu (40⁺, 60⁻), (60⁺, 80⁻) dan (80⁺, 100⁻) mesh merupakan ukuran partikel yang paling halus dan memiliki luas permukaan yang paling besar sehingga mampu untuk menghasilakan daya jerap yang paling optimal karena dengan luas permukaan yang besar maka peluang adsorben untuk menyerap adsorbat juga semakin besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan widayatno dkk (2017), yang menyatakan bahwa semakin luas permukaan adsorben (adsorben makin kecil ukurannya), maka adsorpsi yang terjadi makin besar karena kemungkinan zat yang menempel pada permukaan adsorben bertambah. Hal ini menyebabkan bagian yang semula tidak berfungsi sebagai permukaan (bagian dalam) setelah digerus akan berfungsi sebagai permukaan.

3.3 Efektivitas Adsorben Arang Aktif Batang Bambu terhadap Ion Logam Besi (Fe^{2+})

Efektivitas adsorpsi merupakan tingkat keberhasilan pada proses adsorpsi. Tingkat keberhasilan pada adsorpsi ditampilkan melalui grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Efektivitas Adsorpsi

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hubungan antara variasi ukuran partikel dan diameter kolom terhadap efektivitas. Efektivitas pada keseluruhan variasi berkisar pada *range* 76,91 % hingga pada 90,48%. Efektivitas kolom yang paling optimal berada pada variasi diameter 2 cm dan ukuran partikel (80^+ , 100^-) mesh dengan efektivitas mencapai 90,48 % dan proses yang paling kecil daya jerapnya berada pada variasi diameter 4 cm dan ukuran partikel lolos (40^+ , 60^-) mesh dengan efektivitas 76,91%. Berdasarkan grafik dapat dinyatakan bahwa ukuran diameter kolom dan ukuran partikel berpengaruh terhadap efektivitas dari penjerapan.

Penjerapan ion besi (Fe^{2+}) dengan menggunakan adsorben karbon aktif batang bambu menghasilkan efektivitas terbaik sebesar 90,48% pada waktu variasi diameter 2 cm dengan ukuran partikel (80^+ , 100^-) mesh. Dengan jumlah massa yang sama, diameter kolom 2 cm cenderung menghasilkan ketinggian unggun yang lebih tinggi daripada diameter 3 cm dan 4 cm yang cenderung rendah pada ketinggian unggunnya, sehingga luas area kontak pada diameter 2 cm lebih besar daripada variasi diameter lainnya sehingga proses adsorpsi lebih efektif. Salah satu pernyataan dari Chereminfoff (1974) dalam Costa (2019), memperkuat hasil yang didapatkan yaitu luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran diameter. Hal ini menyatakan bahwa ukuran dari diameter atau kolom juga perlu ditinjau karena bentuk mempengaruhi tingkat keberhasilan atau efektivitas suatu proses.

Selain diameter kolom, ukuran partikel juga sangat mempengaruhi proses. Efektivitas terendah pada variasi ukuran partikel terdapat pada ukuran partikel 40 mesh. Ukuran partikel tersebut merupakan ukuran yang paling besar partikelnya diantara diameter (40^+ , 60^-), dan (60^+ , 80^-) mesh sehingga luas permukaannya adalah yang terkecil. Luas permukaan pada ukuran partikel (80^+ , 100^-) mesh lebih besar dari variasi lainnya sehingga luas kontak adsorbat dan adsorben juga lebih besar, hal ini mengacu pada pendapat Ilmi (2018), yang menyatakan bahwa Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben. Variasi

ukuran partikel (80^+ , 100^-) mesh merupakan partikel yang paling halus sehingga paling luas permukaannya diantara variasi lainnya sehingga pada variasi ini menghasilkan efektivitas yang tinggi.

Efektivitas pada proses adsorpsi mengalami penurunan seiring dengan perubahan diameter kolom yang menjadi semakin besar serta ukuran partikel yang digunakan. Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa bentuk kolom serta ukuran partikel berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Perpaduan variasi diameter kolom 2 cm serta ukuran partikel (80^+ , 100^-) mesh menunjukkan proses yang paling optimal hingga 90,48% dan variasi diameter kolom 4 cm dan ukuran partikel (40^+ , 60^-) mesh merupakan proses yang paling rendah karena posisi adsorben yang cenderung melebar dan tidak tinggi serta ukuran partikel 40 mesh adalah ukuran partikel yang luas permukaannya paling kecil diantara variasi lain.

Efektivitas dipengaruhi oleh daya jerap suatu adsorben karena faktor yang mempengaruhi nilai efektivitas adalah konsentrasi akhir dari adsorbat. Semakin tinggi daya jerap maka akan semakin kecil konsentrasi adsorbat dan ketika konsentrasi adsorbat kecil maka akan membuat sebuah proses adsorpsi lebih efektif sehingga semakin tinggi tingkat keberhasilan suatu proses.

4. KESIMPULAN

Adsorben arang aktif batang bambu yang dihasilkan memenuhi syarat dan sesuai dengan standar SNI 06-3730-1995 dengan nilai kadar air 4%, kadar abu 8% serta daya jerap iodin 1.002,45 mg/g. Diameter kolom yang digunakan mempengaruhi hasil penjerapan dan efektivitas pada proses adsorpsi, daya jerap dan efektivitas semakin besar seiring dengan mengecilnya diameter kolom, diameter yang paling optimal dalam penjerapan adalah pada diameter 2 cm. Untuk ukuran partikel yang digunakan juga mempengaruhi hasil penjerapan dan efektivitas pada proses adsorpsi, daya jerap dan efektivitas. Ukuran yang paling optimal pada penelitian ini dalam penjerapan adalah pada partikel (80^+ , 100^-) mesh, dengan nilai efektivitas adsorben arang aktif batang sebesar 90,48% sedangkan yang terendah pada diameter kolom 4 cm dan ukuran partikel (40^+ , 60^-) dengan nilai efektivitas sebesar 76,91%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan keikutsertaan Gery Andreas Damanik dan Octari Zulasma Siregar dalam kegiatan ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu. (2016). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Kitin dari Limbah Kulit Udang Putih. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Bhattacharyya, K. G. dan Gupta, S. S. (2007). Adsorptive Accumulation of Cd(II), Co(II), Cu(II), Pb(II) and Ni(II) from Water on Montmorillonite: Influence of Acid Activation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 3(10): 411-424.
- Costa, M. D. (2019). Studi Penurunan Kadar Logam Kromium (Cr) dalam Limbah Buatan Elektroplating Menggunakan Metode Presipitasi dan Adsorpsi. *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Ilmi, M. M. (2018). Studi Adsorpsi Zat Warna Auramin Menggunakan Zsm-5 yang Disintesis dari Kaolin Bangka Tanpa Templat Organik. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hasmita, I., Manap, H. S. dan Mistar, E. M. (2022). Adsorpsi Pb Menggunakan Karbon Aktif dari Bambu Kuning (*Bambusa vulgaris striata*) Teraktivasi KOH. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 15(1): 64-70.
- Rielsa. (2023). Pemanfaatan Limbah Sumpit sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) pada Limbah Cair dengan Metode Kontinu. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Sanjaya, I. dan Yuanita, L. (2007). Adsorpsi Pb (II) oleh Kitosan Hasil Isolasi Kitin Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla sp*) (Adsorption of Pb (II) by Chitosan Resulted from Bakau Crab's Shell (*Scylla sp*) Chitin Isolation). *Jurnal Ilmu Dasar*, 8(1): 30-36.
- Syefli, E. D. (2020). Dampak Pencemaran Bahan Kimia dari Perusahaan Kapal Indonesia Terhadap Ekosistem Laut. *Jurnal Ilmiah MEA*, 4(3), 1831-1852.
- Standar Nasional Indonesia. (1995). SNI 06-3730-1995 Arang Aktif Teknis. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Widayatno, T., Yuliawati, T. dan Susilo, A. A. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17-20.
- Zamzamie, M. S. (2020). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Arang Bambu Termodifikasi Oksida Besi dan Surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS). *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia.