

Pengaruh pH dan Konsentrasi Ampas Kulit Durian (*Durio Zibethinus L.*) Terhadap Penyerapan Ion Logam Tembaga (II) dengan Metode *Batch*

Vadianda Bastian, Edi Nasra*

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

*edinasra@fmipa.unp.ac.id

Abstract — An effective method in handling the impact of pollution by copper ions is the biosorption method using durian peel powder (*Durio Zibethinus L.*). This research wants to decide the ideal absorption conditions and the maximum capacity for engrossion of copper metal particles (Cu^{2+}) using the *batch* method with variations in pH, concentration, contact time, stirring speed, and mass of biosorbent. The consequences of the exploration indicated that the ideal situations for the engrossion of Cu^{2+} metal particles were at pH 6 of 220 ppm, time of contact 90 minutes, mass of biosorbent 0,4 gram was 7,788 mg/g, and stirring speed of 250 rpm,. The adsorption isotherm of Cu^{2+} metal with durian skin biosorbent (*Durio Zibethinus L.*) will in general depend on Langmuir isotherm condition with (R) of 0.1854. Durian peel powder was characterized by the FTIR instrument, before being activated, after being activated, and after contacting the analyte there were functional groups, namely hydroxyl (O-H), alkene (C=C), carbonyl (C=O), and ether (-COC) groups.

Keywords — Biosorption, Metal ion Cu^{2+} , *Durio Zibethinus L.*, *Batch method*

I. PENGANTAR

Logam berat adalah jenis limbah yang memiliki risiko tinggi bagi makhluk hidup sebab dapat merusak lingkungan dan habitat perairan dengan zat beracunnya yang memiliki sifat karsinogenik [1]. Pencemaran lingkungan disebabkan oleh limbah beracun yang mengakibatkan tercemarnya ekosistem umumnya berasal dari limbah Industri seperti industri electroplating (pelapisan logam), industri cat, industri tekstil, pengisian ulang arus listrik (accu) dan revarasi, serta industri kosmetik. Jenis logam berat, misalnya, Pb, Cd, Ni, Zn, Cr, dan Cu sering digunakan pada industri tersebut sangat mengancam ekosistem makhluk hidup [2].

Tembaga merupakan satu dari jenis unsur kimia yang dapat dijumpai di berbagai senyawa yang tidak sama dan berbentuk molekul, khususnya dapat ditemukan dalam jenis jaringan maupun sel [3]. Kondisi divalen Cu^{2+} merupakan kondisi ion tembaga yang memiliki kandungan racun berlebih karena membentuk radikal bebas yang menyebabkan stres oksidatif sehingga cenderung membentuk radikal bebas yang pada konsentrasi tinggi akan terakumulasi dalam rantai makanan atau mengalami bioakumulasi sehingga mengganggu pertumbuhan makhluk hidup serta dapat memicu terbentuknya sel kanker. Ini digunakan di berbagai sektor industri, terutama dalam pembuatan paduan logam dan peralatan listrik. Bentuk utama pencemaran lingkungan oleh logam tembaga terutama melalui penambangan, pembuangan limbah padat yang mengandung jenis logam ini, pipa yang telah usang, penggunaan panci tembaga dan bahan kabel [4]. Penelitian-

penelitian yang telah dilakukan memperoleh hasil bahwa toksisitas tembaga dapat menimbulkan pergeseran aktivitas seluler, misalnya resistensi sel tumor terhadap obat kemoterapi dan regulasi metabolisme lipid [3]. Pelepasan logam berat ke lingkungan melalui berbagai cara, seperti proses industri, pertanian, dan kehidupan perkotaan. Sangat mungkin untuk menghilangkan logam dari limbah dan air bahkan dalam konsentrasi sangat kecil menggunakan biosorben yang murah dan mudah didapatkan.

Biosorpsi merupakan proses adsorpsi yang membutuhkan fungsi biomassa dalam perannya sebagai adsorben yang dapat disebut biosorben. Biosorben mempunyai kelebihan, yaitu tidak menimbulkan zat beracun dan tidak menimbulkan residu padat [5]. Beberapa penelitian mengenai biosorben logam Cu^{2+} telah dilakukan oleh [6] tentang Biosorpsi Ion Tembaga (II) Menggunakan Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) Dengan Metode *Batch*, kemudian juga dilakukan oleh [7] tentang Optimalisasi Retensi Partikel Logam Cu(II) Memakai Kulit Matoa yang Menjadi Biosorben. Penggunaan kulit durian (*Durio Zibethinus L.*) sebagai biosorben Cu^{2+} dinilai dapat mengurangi limbah kulit durian maupun limbah Cu^{2+} dalam air. Secara kimiawi, kulit durian memiliki komponen utama, yaitu serat yang mengandung poliosa dan gugus selulosa, misalnya lignoselulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selain itu, kandungan dalam kulit durian yang lain adalah karbon, kandungan pati, minyak atsiri, saponin, flavonoid, unsur selulosa, dan lignin [8]. Berdasarkan hasil studi, permukaan luar durian memiliki kandungan selulosa yang

banyak (50% sampai dengan 60%), kandungan lignin (5%) serta kandungan pati yang sedikit (5%). Dalam siklus biosorpsi, teknik yang digunakan bebas dari metabolisme, karena partikel logam berkumpul di lapisan luar bahan biosorben. Berdasarkan pada permasalahan yang muncul tersebut, peneliti akan mengkaji biosorpsi dengan menggunakan serbuk kulit durian yang diaktifasi menggunakan NaOH yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan serbuk kulit durian dalam menyerap logam Cu^{2+} pada kondisi optimum dengan menggunakan metoda *batch* dan diharapkan dapat menghasilkan penyerapan yang lebih baik.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Gelas kimia, lumpang, desikator, magnetic stirrer (MR Hei Standart), alu, oven, ayakan (180 μm), neraca analitik (ABS 220-4), cawan porselen, kertas untuk menyaring, *shaker* (model: VRN-480), pH meter (Schott instrument Lab 850), botol semprot, FTIR (*PerkinElmer AA-100*), dan AAS (*Perkin Elmer AA-100*).

B. Bahan

Kulit durian, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, HNO_3 0,1 M, NaOH 0,1 M serta aquadest merupakan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

C. Preparasi dan Aktivasi Kulit Durian

1. Preparasi Sampel

Kulit durian yang digunakan dalam kondisi segar, tidak busuk ataupun menghitam. Cuci dengan air mengalir guna membersihkan kotoran pada kulit durian, kemudian dipotong menjadi beberapa potongan kecil agar memudahkan proses pengeringan. Penjemuran kulit durian dilakukan dalam beberapa hari, lalu dimasukkan dalam mesin oven dengan tekanan suhu 80°C sekitar 48 jam. Dan didinginkan dalam desikator sekitar 15 menit, biomassa kering kemudian diblender sehingga menjadi bubuk.

2. Aktivasi Kulit Durian

Kulit durian yang sudah menjadi serbuk disaring menggunakan ayakan yang berukuran 180 μm . Serbuk durian yang sudah diayak kemudian diaktifasi dengan cara mengambil serbuk durian sebanyak 25 gram lalu larutan NaOH 0,1 M sekitar 250 mL (1:10) ditambahkan lalu dibiarkan sekitar 24 jam. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan kertas saring agar dapat memisahkan antara filtrat dan residu. Residu (serbuk kulit durian) dibersihkan memakai aquades sampai pH netral kemudian dimasukkan dalam mesin oven sekitar 80°C selama 2 jam. Karakterisasi serbuk kulit durian sebelum dan sesudah diaktifasi di uji menggunakan instrument FTIR.

3. Karakterisasi Kulit Durian

Gugus fungsi pada kulit durian yang telah dikontakan dengan kondisi optimum menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

D. Optimasi dengan Metode Batch

1. Pengaruh pH

Larutan ion Cu^{2+} 25 mL pada konsentrasi 100 ppm pH 4 sampai dengan pH 8 dengan ditambahkan NaOH atau HNO_3 . Larutan ion masing-masing dikontakkan dengan 0,2 gram serbuk kulit durian yang telah diaktifasi, kemudian di shaker kurang lebih 30 menit dengan kecepatan 200 rpm. Larutan melalui proses penyaringan kemudian ditampung filtratnya. Filtrat diukur kadar logam Cu^{2+} yang tidak tertampung dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas serapan (mg/g)} = \frac{\text{Cu Terserap}}{\text{Massa Biosorben}} \times \text{Vol. Larutan}$$

$$\% \text{ serapan} = \frac{\text{Cu Terserap}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

2. Pengaruh Konsentrasi

Sebanyak 25 mL Larutan ion Cu^{2+} pada pH optimum dengan variasi konsentrasi 140, 180, 220, 260, dan 300 ppm. Masing-masing Larutan ion dikontakkan dengan 0,2 gram serbuk kulit durian yang telah diaktifasi, kemudian dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 200 rpm. Larutan tersebut disaring kemudian ditampung filtratnya. Filtrat selanjutnya diukur dengan konsentrasi logam Cu^{2+} yang tidak terserap dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

3. Penentuan Isoterm Adsorpsi

Perlakuan ini untuk melihat apakah penyerapan ion logam Cu^{2+} oleh kulit durian terjadi pada monolayer atau multilayer. Hal ini berdasarkan dari persamaan yang ada, yaitu Isoterm Langmuir atau Isoterm Freundlich.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

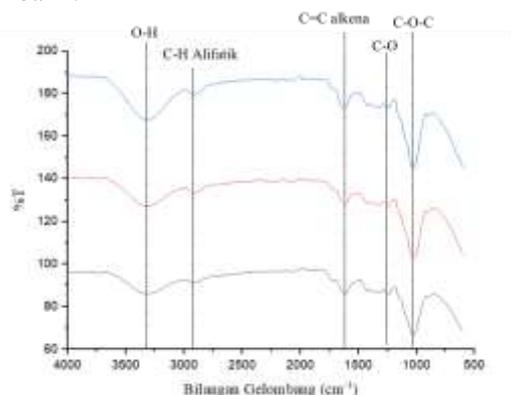
A. Preparasi Sampel

Preparasi serbuk kulit durian diawali dengan membersihkan terlebih dahulu, untuk memastikan kandungan air pada kulit durian telah hilang dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari kemudian dioven hingga beratnya konstan. Kemudian dihaluskan untuk memperbesar luas permukaan pada biosorben tersebut [9].

Selanjutnya biosorben diaktifasi menggunakan NaOH, yang dapat meningkatkan daya penyerapan logam oleh biosorben, serta kemampuan adsorpsi menggunakan aktivator NaOH meningkat pada logam Cu^{2+} [10]. proses aktivasi pada biosorben sangat berperan dalam penyerapan. Dalam penelitian ini digunakan aktivator berupa NaOH, penurunan kadar air berhubungan dengan sifat higroskopis dari aktivator ini, sehingga pori-pori semakin besar dikarenakan terikatnya molekul air pada biosorben [11].

B. Karakterisasi FTIR

Biosorben serbuk kulit durian (*Durio zibethinus L.*) dianalisis dengan FTIR untuk menentukan gugus fungsi yang terikat pada ion Cu^{2+} . Hasil FTIR sampel sebelum diaktivasi, sesudah di aktivasi dan sesudah dikontakkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum FTIR serbuk kulit durian, serbuk kulit setelah durian aktivasi, serbuk kulit durian setelah pengontakan.

Keterangan:

- Biru : Kulit durian setelah pengontakan
- Merah : Kulit durian setelah aktivasi
- Hitam : Kulit durian

1. FTIR Serbuk Kulit Durian

Berdasarkan hasil pada Gambar 1. dari bilangan gelombang spektra inframerah pada kulit durian memperlihatkan adanya vibrasi dari hidroksil (O-H) yang teridentifikasi pada gelombang $3331,99 \text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 86,06%, kemudian terdapat peregangan gugus alkil (-CH) pada gelombang $2916,65 \text{ cm}^{-1}$ dan nilai transmittan 91,36%, hal ini menunjukkan adanya vibrasi ulur pada rentang bilangan gelombang $3000-2800 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan penyusun kerangka lignoselulosa pada biomaterial. Gugus alkena (C=C) pada bilangan gelombang $1614,28 \text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 85,77% yang menunjukkan terjadinya vibrasi ulur. Gugus karbonil (C-O alkohol) pada bilangan gelombang $1321,34 \text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 86,67% dan gugus eter (C-O-C) pada nilai gelombang $1025,85 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan senilai 66,74%.

2. FTIR Serbuk Kulit Durian Setelah Aktivasi

Aktivasi kulit durian dapat terlihat pada Gambar 1. biosorben kulit durian yang telah melewati tahapan aktivasi menggunakan NaOH dapat mempengaruhi perubahan gugus fungsi yang menyebabkan bergesernya bilangan gelombang. Terjadi perubahan yang tidak signifikan pada pergeseran gelombang, tetapi terjadi sedikit pergeseran pita serapan. Pada gugus hidroksil (O-H) terjadi pergeseran nilai gelombang menjadi $3328,78 \text{ cm}^{-1}$ dan nilai transmittan 85,65%. Serapan pada gugus ini lebih kecil dari pada gugus O-H pada kulit durian yang sebelum di aktivasi karena nilai transmittan (%T) lebih besar. Hubungan nilai transmittan berbanding terbalik dengan serapan, semakin besar nilai transmittan maka semakin kecil serapan. Hal ini menunjukkan bahwa telah terbuka pori-pori biosorben kulit durian setelah dilakukan aktivasi menggunakan NaOH. Selanjutnya gugus alkil (-CH) pada bilangan gelombang

$2917,16 \text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 91,86%, gugus alkena (C=C) pada nilai gelombang $1618,90 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan 85,73%. Gugus karbonil (C-O alkohol) pada nilai gelombang $1321,85 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan 86,18% dan gugus eter (C-O-C) pada nilai gelombang $1025,82 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan senilai 61,31%.

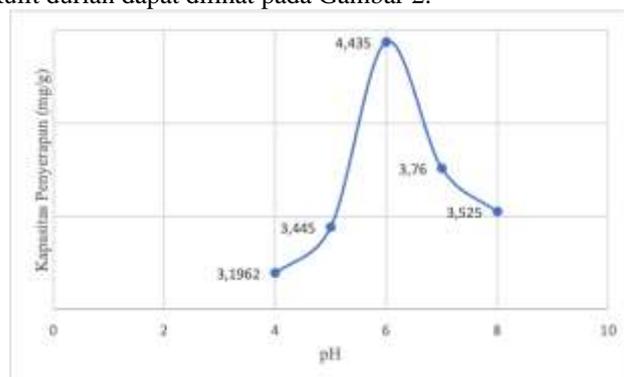
3. FTIR Serbuk Kulit Durian Setelah Pengontakan

Pada pengujian kulit durian (*Durio zibethinus L.*) yang telah diaktivasi dilakukan pengontakkan dengan tembaga Cu^{2+} juga mengalami pergeseran bilangan gelombang. Pengontakkan dengan Cu^{2+} terjadi pergeseran gugus hidroksil (O-H) menjadi $3333,39 \text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 78,54%. Serapan relative kecil dibandingkan %T pada kulit durian setelah aktivasi dikarenakan telah terjadi adanya hubungan antara gugus aktif dengan partikel logam Cu^{2+} yang terdapat pada biosorben kulit durian (*Durio zibethinus L.*) Selanjutnya pada gugus alkil (-CH) terjadi pergeseran menjadi $2910,48 \text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 90,46%. Pergeseran pada gugus alkena (C=C) dengan bilangan gelombang $1978,12 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan senilai 97,13%. Gugus karbonil (C-O alkohol) pada nilai gelombang $1246,20 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan senilai 83,99% dan gugus eter (C-O-C) pada gelombang $1027,35 \text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan senilai 55,75% [7]

C. Optimasi dengan Metode Batch pada Kulit Durian

1. Penentuan pH Optimum

Kemampuan penyerapan suatu biosorben dapat disebabkan oleh pH larutan. Hal ini berkaitan dengan deprotonasi permukaan sisi dinamis atau protonasi biosorben, pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben, tingkat ionisasi dan berbagai spesi yang dapat terjebak dalam adsorpsi. Nilai pH juga dapat memberikan pengaruh dalam kesetimbangan kimia, baik dalam adsorbat maupun adsorben [12]. Pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan biosorben serbuk kulit durian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pengaruh pH terhadap kemampuan retensi partikel logam Cu^{2+} dengan serbuk kulit durian

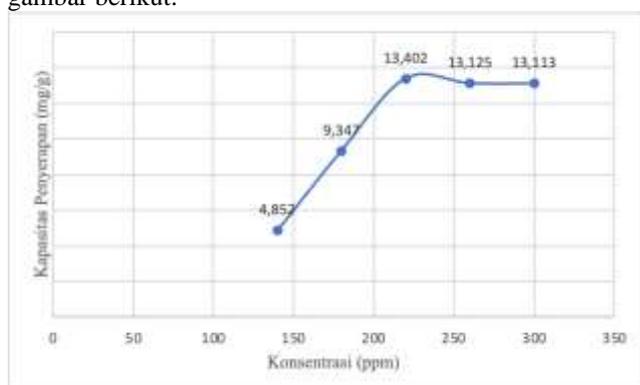
Grafik tersebut mengindikasikan kemampuan retensi yang paling tinggi adalah pada pH 6 dengan kemampuan serapan $4,435 \text{ mg/g}$ yang mencapai 63,58% retensi sehingga ditetapkan sebagai pH yang optimum. Pada pH 4

terlihat bahwa kemampuan retensi sangat rendah sekitar 3,1962 mg/g dengan tingkat penyerapan hanya 39,32%.

Pada pH 5 terjadi peningkatan kemampuan penyerapan karena pada pH rendah, kulit luar penyerapan diselubungi oleh partikel H^+ sebab adanya pengumpulan fungsi dalam biosorben yang terprotonasi. Dalam keadaan asam, kulit luar adsorben juga bermuatan positif, yang mengakibatkan tolakan antara lapisan luar biosorben dan partikel logam. Dengan demikian, partikel logam bersaing dengan H^+ untuk sampai pada sisi aktif biosorben yang belum dapat diikat sehingga adsorpsi menjadi rendah. Selain itu, pada pH 7-8 terjadi kemampuan adsorpsi yang menurun sebab dalam pH tersebut ion logam tembaga membangun hidroksida anionik dan membentuk endapan yang membuat larutan menjadi tidak stabil [13].

2. Penentuan Konsentrasi Optimum

Konsentrasi adalah satu dari faktor inti yang dapat memberikan pengaruh dalam proses penyerapan yang bertujuan untuk menentukan jumlah maksimal partikel logam yang mengikat pada sisi aktif yang ada dalam kulit luar biomassa [14]. Pada variasi pengaruh konsentrasi larutan terhadap penyerapan Cu^{2+} oleh serbuk kulit durian ini telah dilakukan dengan menggunakan konsentrasi awal larutan Cu^{2+} 140, 180, 220, 260, dan 300 ppm dengan pH maksimal yang didapat dari variasi sebelumnya, yaitu pH 6. Pengaruh variasi konsentrasi larutan Cu^{2+} terlihat pada gambar berikut.

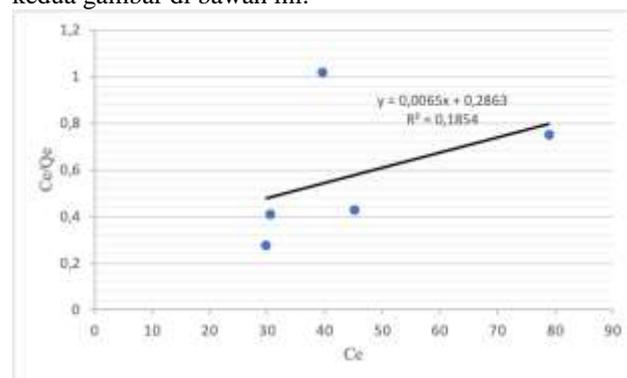


Gambar 3. Grafik pengaruh konsentrasi terhadap kemampuan retensi partikel logam Cu^{2+} dengan serbuk kulit durian

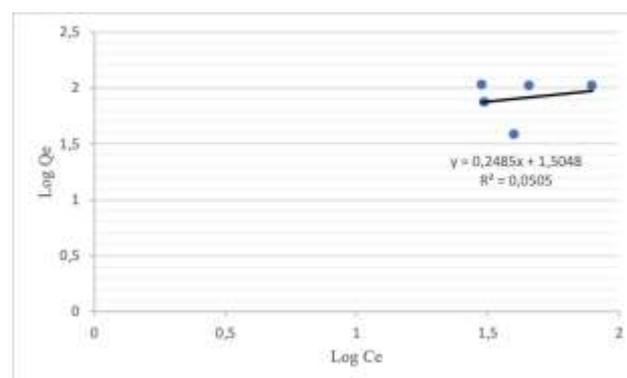
Grafik 3 menunjukkan bahwa retensi partikel logam Cu memiliki variasi yang berbeda. Pada titik pemusatan 140 hingga 220 ppm penyerapan partikel logam Cu^{2+} mengalami peningkatan, dan mencapai maksimal pada 220 ppm dengan kemampuan retensi yang sangat besar, yaitu 13,402 mg/g. Ketika situs aktif belum jenuh, akan terjadi perluasan kemampuan retensi ion logam Cu^{2+} secara linear. Retensi kimia terjadi karena terbentuknya ikatan antara pusat aktif pada lapisan luar biosorben. Dalam situasi ini, biosorben belum mencapai titik jenuh dengan Cu^{2+} yang teradsorpsi, kemudian, dengan memperluas konsentrasi partikel logam tembaga yang diadsorpsi oleh biosorben akan mengalami peningkatan yang linear dan jika pusat aktif telah jenuh dengan partikel logam, perluasan

pengelompokan partikel logam tidak membangun adsorpsi partikel logam oleh biosorben.

Situs aktif pada lapisan luar retensi telah jenuh dengan partikel adsorbat maka tingkat kenaikan konsentrasi tidak lagi memberikan pengaruh pada tingkat retensi. Pada konsentrasi 260 ppm retensi mengalami penurunan sebab peningkatan konsentrasi tidak lagi mempengaruhi penyerapan adsorbat karena situs aktif biosorben serbuk kulit durian sudah dalam keadaan jenuh. Dari data variabel konsentrasi yang didapatkan dalam studi ini, diperoleh pendekatan langmuir dan isoterm freundlich terlihat pada kedua gambar di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Persamaan Isoterm Langmuir



Gambar 5. Gambar Persamaan Isoterm Freundlich

Tujuan dilakukannya pendekatan adsorpsi isoterm Langmuir serta Freundlich, yaitu supaya memperoleh persamaan kesetimbangan yang dapat dimanfaatkan dalam mendeskripsikan banyaknya kandungan massa adsorbat yang teradsorpsi oleh kulit durian. Isoterm Langmuir memberikan gambaran jika permukaan adsorben mengandung situs aktif yang berbanding lurus dengan luas kulit luar serta tiap situs aktif hanya dapat mengadsorpsi satu molekul. Pengujian kondisi adsorpsi Langmuir serta kondisi adsorpsi Freundlich cukup substansial dengan bukti grafik linearisasi yang layak dan memiliki koefisien $R^2 \geq 0,9$ (mendekati 1). Pada studi ini, angka regresi yang dekat dengan 1, yaitu pada persamaan isoterm Langmuir dengan angka $R^2 = 0,1854$. Dari sisi linieritas data menunjukkan jika proses penyerapan cenderung pada isoterm Langmuir, sebab angka linieritasnya hampir senilai satu daripada

Freundlich. Dapat disimpulkan bahwa proses penyerapan tersebut terjadi dalam situs aktif dengan ikatan [15].

[15] Marfania, C. (2019). Imobilisasi kulit Lengkek (*euphoria longan lour*) terhadap penyerapan ion logam Kadmium. *Chempublish Journal*, 4(1), 44–51. <https://doi.org/10.22437/chp.v4i1.691>

IV. KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan biosorben ampas kulit durian (*durio zibethinus* L) diperoleh pH 6 dan konsentrasi optimum 220 ppm dengan kapasitas penyerapan optimum ion logam Cu^{2+} 7,788 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberi kesempatan dalam melaksanakan riset ini sampai selesai. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada staf Universitas Negeri Padang, Departemen Kimia, FMIPA, serta staf akademik dan Non akademik atas bantuan dalam studi ini.

REFERENSI

- [1] Kurniasari, L. (2010). Pemanfaatan Mikroorganisme Bahan Baku Biosorben Logam. Pemanfaatan Mikroorganisme Dan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat, 6(2), 5–8
- [2] Zaini, H., & Sami, M. (2016). Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dalam Air Limbah Laboratorium Kimia Menggunakan Sistem Kolom Dengan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, November 2016, p-ISSN : 2407 – 1846 e-ISSN : 2460 – 8416 1-9.
- [3] Gaetke, L. M., Chow-Johnson, H. S., & Chow, C. K. (2014). Copper: toxicological relevance and mechanisms. *Arch toxicol*
- [4] Ali, M. T. E., & Abdel-Kariem, S. M. 2016 Methods for Synthesis of N- Hetrocyclyl/ Hetroaryl-a- Aminophosphonates and a- (Azahetrocyclyc) Phosphonates
- [5] Costa, F., & Tavares, T. Biosorption of Nickel and Cadmium in the Presence of Diethylketone by a Streptococcus equisimilis biofilm supported of vermiculite. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 155 (2016) 119-132.
- [6] Alkhaira, N. (2022). Biosorpsi Ion Tembaga (II) Menggunakan Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Dengan Metode Batch. *CHEAD Journal of Chemistry, Education and Science*, Vol 6, No 2, <https://doi.org/10.30743/cheds.v6i2.6071>
- [7] Salsabila, B., Nasra, E., Dewata, I., & Kurniawati, D. (2021). Pengaruh Ph Dan Konsentrasi Pada Penyerapan Ion Logam Cu (II) Menggunakan Kulit Buah Matoa (*Pometia Pinnata*). 10(1), 1–5.
- [8] Rizkqi, Z. N., & Chairull, Y. S. R. (2016). Adsorpsi Ion Logam Pb Dengan Menggunakan Karbon Aktif Kulit Durian Yang Teraktivasi. *Jom FTEKNIK*, 3, 1-8
- [9] Arifiyana, D., & Devianti, V. A. “Biosorpsi Logam Besi (Fe) Dalam Media Limbah Cair Artifisial Menggunakan Adsorben Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*),” *J. Kim.Ris.*, vol 5, no, p. 1, 2020, doi: 10.20473/jkr.v5i.20245.
- [10] Dr. Vladimir, V. F. (2021). In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*. 1(69), 5-24.
- [11] Erlina, Umiatin., & Budi, E. “Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu,” *Prof. Semin. Nas. Fis.*, vol. IV, no. 2, pp. 55-60, 2015.
- [12] Nugraha, M. (2019). Indonesian Journal of Chemical Science and Technology. *Jurnal*, 104–107.
- [13] Kurniawati, D., Puja, Bahrizal, Nasra, E., & Salmariza, S. (2019). Reduction of lead (II) from aqueous solution by biosorbent derived from lengkek (*euphoria logan lour*) shell with batch method. *Journal of Physics: Conference??Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012026>.
- [z Putra, D. K., Etika, S. B., & Kurniawati, D. (2019). Biosorption of Plumbum Ions by Immobilized Lengkek(*Euphorialogan lour*) Shell. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 2(3), 438–442. www.ijred.com