

Biosorpsi Ion Logam Cd (II) Menggunakan Ekstrak Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus Murr*)

Fadhila Fitria¹, Edi Nasra^{*2}, Hary Sanjaya³, Riga⁴

^{1,2,3,4}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 — Heavy metals are produced from various industries whose existence is very dangerous for the environment and human life. Cadmium is an example of a heavy metal that is dangerous and needs to be addressed. Biosorption is one method that can be used to absorb heavy metal. The purpose of this study was to determine the optimum conditions of absorption and absorption capacity of durian shell cellulose the absorption of Cd metal. In this study using a batch method that tests variations in pH (2, 3, 4, 5, 6) and concentration (50, 100, 150, 200, 250) ppm. The optimum conditions obtained in each variation were pH 4 and concentration 200 ppm with a maximum adsorption capacity of 4,1 mg/g. The modeling of the isotherm that is close to equilibrium is the Langmuir isotherm with $R^2 = 0.9499$.

Keywords — Biosorption, Cd (II) metal, Cellulose, Durian shell, batch method

I. PENGANTAR

Perkembangan industri terus mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan alam. Dengan hadirnya industri ini dapat meningkatkan perekonomian daerah, namun disisi lain industri tersebut juga menghasilkan produk sampingan berupa limbah. Limbah adalah sisa dari kegiatan atau proses produksi yang sudah mengalami perubahan fungsi dari fungsi aslinya [1]. Kurangnya penanganan terhadap limbah industri dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan sehingga pentingnya dilakukan penanganan limbah hasil industri seperti limbah padat, cair atau limbah lainnya [2].

Logam kadmium ialah logam berat dengan tingkat toksisitas paling tinggi setelah Hg. Logam kadmium dihasilkan dari berbagai industri seperti industri peleburan logam, pelapisan logam, pewarna, baterai, minyak pelumas dan bahan bakar [3]. Kadar maksimum logam kadmium dalam limbah yang diizinkan yaitu sebesar 0.05 ppm sesuai dengan Keputusan MNLH Nomor: KEP-51/MENLH/10/95[4] Logam kadmium termasuk ke dalam logam nonesensial yang keberadaannya tidak dibutuhkan oleh tubuh dan termasuk bahan beracun yang menyebabkan keracunan kronis pada manusia [5]. Efek yang ditimbulkan logam kadmium terhadap kesehatan manusia seperti gagal ginjal, kerusakan paru-paru dan kerusakan pada tulang [6].

Mengingat bahaya dan dampak yang ditimbulkan logam kadmium sehingga perlu dilakukan penanganan limbah yang mengandung logam kadmium. Adsorpsi, pemisahan dengan membran dan pertukaran ion adalah beberapa metode yang telah dilakukan untuk penyerapan logam berat [7]. Biosorpsi dapat didefinisikan sebagai sifat biomaterial yang mengikat dan mengkonsentrasikan ion atau molekul tertentu dari zat

terlarut dan terjadi pada biomassa hidup atau mati. Metode biosorpsi bersifat selektif terhadap logam yang diserap, ramah lingkungan dan menggunakan biaya yang murah [8]. Dalam biosorpsi menggunakan biomassa yang dikenal dengan biosorben. Penggunaan limbah pertanian sebagai bahan baku biosorben menjadi alternatif dalam pengelolaan limbah logam berat. Kulit pisang [9], kulit lengkeng [10], kulit melon [11] adalah contoh sumber biosorben yang sudah digunakan.

Limbah pertanian yang bisa digunakan menjadi biosorben adalah bahan yang memiliki tingkat selulosa tinggi, salah satunya adalah limbah dari kulit durian. Durian ialah buah tropis yang banyak dijumpai di Indonesia, durian banyak disukai masyarakat luas karena memiliki rasa yang enak dan bau yang khas [12]. Setiap durian biasanya memiliki 60-75% kulit, 20 - 35% daging dan 5 - 15% biji. Kulit durian mengandung 5% lignin, 5% pati dan 50 - 60% selulosa [13]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Saikaew (2010) kulit buah durian dimanfaatkan sebagai biosorben untuk penyerapan logam Cd^{2+} , Marlinawati (2015) juga memanfaatkan kulit durian sebagai arang aktif untuk penyerapan logam Cd^{2+} , maka penelitian ini akan mengkaji tentang biosorpsi logam Cd(II) menggunakan ekstrak selulosa kulit durian (*Durio Zibethinus Murr*).

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Peralatan yang digunakan diantaranya yaitu erlenmeyer, corong, pipet ukur, gelas kimia, spatula, labu ukur, grinder, batang pengaduk, pipet tetes, botol semprot, oven, kertas saring, soklet, *hot plate*, neraca analitik (ABS 220 - 40), ayakan 180 mesh (model: VRN - 480), pH meter, FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) tipe PerkinElmer Universal

dan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) merek Varian AA20.

B. Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan-bahan diantaranya yaitu kulit durian, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, etanol, toluena (Smartlab), HNO_3 p.a (Merck), NaOH p.a (Merck), H_2O_2 dan aquades.

C. Prosedur Penelitian

1. Preparasi Kulit Buah Durian

Kulit durian dibersihkan dengan cara dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran. Kulit durian dipotong kecil-kecil, lalu dijemur di bawah sinar matahari hingga kering [15]. Setelah kering kulit durian dipanaskan pada suhu 100°C selama dua jam [16]. Kemudian, kulit durian dihaluskan dengan grinder sampai menjadi serbuk. Selanjutnya, kulit durian diayak dengan ayakan yang berukuran 180 mesh [12].

2. Ekstraksi Selulosa dari Kulit Durian

Tahap Dewaxing

Sebanyak 15 gram serbuk kulit durian diekstrak dengan 180 mL etanol-toluena dengan perbandingan (1 : 2) selama 4 jam di suhu 85°C menggunakan alat sokletasi. Kemudian residu yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama empat jam, lalu ditimbang dan dihitung rendemennya.

Tahap Delignifikasi

Residu hasil *dewaxing* dilarutkan kedalam larutan Natrium hidroksida 4% (1 : 10). Selanjutnya, dipanaskan pada suhu 85°C selama 2 jam, lalu diamkan selama 24 jam. Saring residu kemudian cuci menggunakan aquades hingga mencapai pH 7. Kemudian residu yang dihasilkan dikeringkan pada oven suhu 60°C selama empat jam, lalu ditimbang dan dihitung rendemennya [17].

Tahap Bleaching

Residu hasil delignifikasi dilarutkan kedalam larutan H_2O_2 10% (1 : 10), lalu panaskan selama 2 jam dengan *hotplate* setelah itu disaring. Kemudian residu dicuci dengan aquades sampai pH 7, lalu dikeringkan pada oven suhu 40°C selama dua jam dan dikarakterisasi dengan FTIR [18].

3. Perlakuan Penelitian

Pengaruh pH

Larutan Cd^{2+} pada konsentrasi 50 ppm sebanyak 25 mL divariasikan pHnya dari 2 sampai 6 dengan penambahan HNO_3 atau NaOH . Selanjutnya, masing-masing larutan dikontakkan dengan 0,1 gram biosorben selulosa kulit durian, lalu diaduk menggunakan shaker selama 60 menit pada kecepatan 150 rpm, kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisa menggunakan AAS.

Pengaruh konsentrasi larutan

Larutan Cd^{2+} dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200, 250 sebanyak 25 mL masing-masing diatur pHnya pada pH optimum dan dikontakkan dengan 0,1 gram biosorben selulosa kulit durian, lalu diaduk menggunakan shaker selama 60 menit pada kecepatan 150 rpm, kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisa menggunakan AAS.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi dan Ekstraksi Kulit Durian

Kulit durian dicuci terlebih dahulu untuk membersihkan kotoran yang masih menempel dan dipotong kecil - kecil tujuannya untuk memudahkan dalam pengeringan. Selanjutnya, kulit durian dijemur hingga kering dibawah sinar matahari, lalu kulit durian dioven pada suhu 100°C tujuannya untuk mengoptimalkan hilangnya kadar air pada kulit durian, dan kulit durian digrinder sampai menjadi bubuk. Kemudian diayak menggunakan ayakan 180 mesh sehingga ukuran partikel menjadi lebih kecil, partikel dengan ukuran kecil akan memperbesar luas permukaan sehingga dapat meningkatkan proses adsorpsi.

Ekstraksi selulosa ada 3 tahap yaitu tahap *dewaxing*, tahap *delignifikasi* dan tahap *bleaching*.

Tahap dewaxing

Dewaxing bertujuan untuk menghilangkan lemak, zat lilin dan zat organik lainnya. Pada tahap *dewaxing* ini menggunakan 90 gram serbuk kulit durian diekstrak menggunakan soklet dengan pelarut etanol dan toluene dengan perbandingan (1 : 2), yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang bersifat polar, nonpolar, dan semipolar pada kulit durian. [19]. Setelah proses *dewaxing* didapatkan berat akhir sampel sebanyak 83,48 gram dengan rendemen sebesar 92,75%.

Tahap delignifikasi

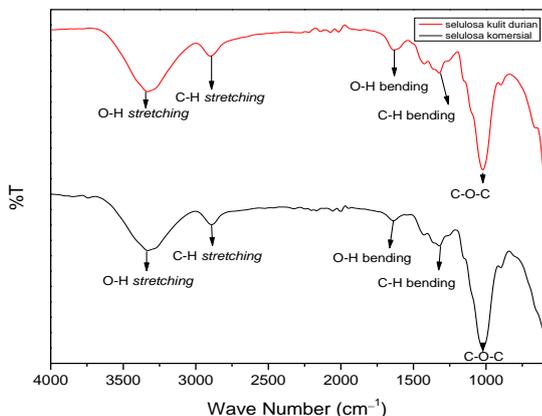
Tahap *delignifikasi* dilakukan dengan menambahkan NaOH 4% tujuannya untuk menghilangkan kandungan lignin pada kulit durian. Proses ini juga dapat menghilangkan hemiselulosa yang terdapat pada kulit durian karena hemiselulosa mudah larut dalam basa [20]. Pada tahap ini sampel yang dihasilkan berwarna hitam yang menandakan lignin di dalam sampel larut dalam NaOH [21]. Setelah proses *delignifikasi* didapatkan berat akhir sampel sebanyak 30,3 gram dengan rendemen sebesar 36,29%.

Tahap bleaching

Tahap *bleaching* dilakukan dengan penambahan H_2O_2 10% untuk memutihkan selulosa dan menghilangkan lignin dan hemiselulosa yang masih tersisa [22]. Keuntungan menggunakan hidrogen peroksida yaitu tidak menghasilkan endapan dan residu serta menghasilkan produk yang putih stabil [23]. Dalam air H_2O_2 akan terurai menjadi H^+ dan HOO^- , dimana HOO^- berperan untuk mendegradasi lignin [18]. Pada tahap *bleaching* sampel yang dihasilkan berwarna putih. Rendemen yang dihasilkan sebanyak 94% atau 28,525 gram.

B. Karakterisasi FT-IR

Spektrofotometer FTIR merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk menganalisis gugus fungsional pada selulosa kulit durian dan selulosa komersial. Panjang gelombang yang digunakan pada rentang 4000 - 600 cm⁻¹ Adapun hasil analisis FTIR dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum FTIR selulosa komersial dan selulosa kulit durian.

TABEL I
BILANGAN GELOMBANG SELULOSA KULIT KOMERSIAL DAN SELULOSA KULIT DURIAN

Bilangan gelombang cm ⁻¹		
Selulosa Komersial	Selulosa Kulit Durian	Gugus fungsi
3331,23 cm ⁻¹	3332,77 cm ⁻¹	O-H stretching
2891,32 cm ⁻¹	2899,63 cm ⁻¹	C-H stretching
1638,15 cm ⁻¹	1634,18 cm ⁻¹	O-H bending
1320,96 cm ⁻¹	1322,38 cm ⁻¹	C-H bending
1021,85 cm ⁻¹	1021,85	C-O-C

Berdasarkan Tabel I dapat dilihat bilangan gelombang yang terdapat pada selulosa komersial dan selulosa kulit durian memiliki gugus fungsi yang hampir sama. Dari beberapa gugus fungsi yang diperoleh mengindikasikan bahwa terdapat senyawa yang terkandung dalam selulosa diantaranya terdapat gugus -OH, -CH dan C-O glikosidik [24].

C. Pengaruh pH

Variasi pH dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH pada proses biosorpsi, perlakuan dilakukan pada pH 2 sampai 6. Pengaruh pH dalam mengasorpsi ion logam Cd²⁺ ditunjukkan pada Gambar 2.

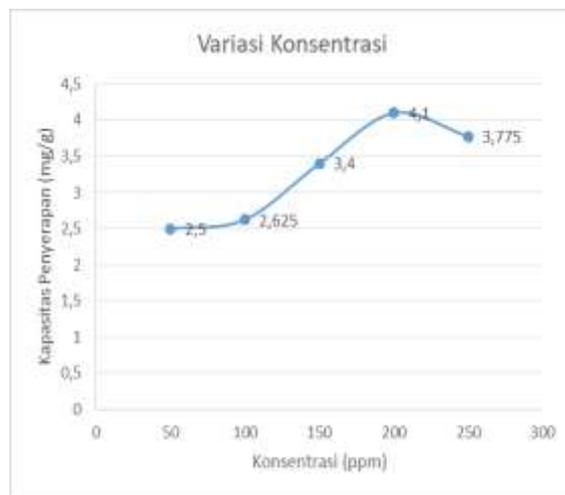


Gambar 2. Pengaruh pH terhadap Penyerapan logam Cd²⁺

Gambar 2 dapat dilihat penyerapan optimum ion logam Cd²⁺ berada di pH 4 dengan besar kapasitas penyerapan 3,8375 mg/g dengan persentase penyerapannya sebesar 32,4%. Kapasitas penyerapan pada pH 2 sampai 3 kapasitas penyerapan yang terserap hanya sedikit dikarenakan pada pH rendah ion H⁺ meningkat sehingga terjadi kompetisi dengan kation ion logam Cd²⁺ dalam mengikat situs aktif pada permukaan biosorben [9]. Pada pH 5 dan 6 kapasitas serapan yang didapatkan lebih rendah hal ini disebabkan karena telah jenuhnya sisi aktif biosorben sehingga ion Cd²⁺ tidak bisa lagi berinteraksi dengan sisi aktif tersebut dan ion Cd²⁺ akan mengalami hidrolisis menjadi CdOH⁺ [25].

D. Pengaruh Konsentrasi

Pengaruh konsentrasi optimum larutan Cd²⁺ yang terserap selulosa kulit durian dilakukan pada berbagai variasi konsentrasi yaitu 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Biosorpsi Cd²⁺ dilakukan di pH optimum yaitu pH 4. Hasil penelitian kapasitas penyerapan ditunjukkan pada Gambar 3.

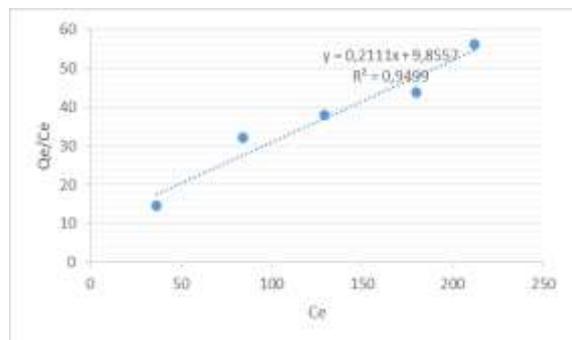


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi terhadap Penyerapan logam Cd²⁺

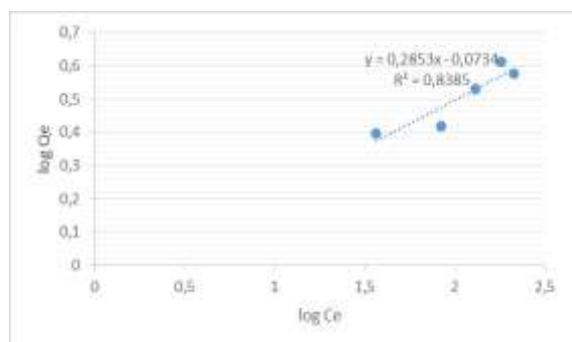
Gambar 3 dapat dilihat bahwa jumlah yang terserap meningkat dengan bertambahnya konsentrasi ion logam Cd²⁺. kondisi optimum terjadi pada konsentrasi 200 ppm dengan penyerapan ion Cd²⁺ sebesar 4,1 mg/g dengan persentase penyerapannya sebesar 8,34%. Pada konsentrasi 250 ppm kapasitas serapannya menurun, hal ini karena jumlah partikel biosorben tidak sebanding dengan jumlah ion logam dalam

larutan sehingga permukaan adsorbennya akan mencapai titik jenuh [26].

Kemampuan penyerapan adsorben dapat dihitung dengan menentukan isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich.



Gambar 4. Isoterm Langmuir



Gambar 5. Isoterm Langmuir

Berdasarkan gambar 4 dan 5 diatas maka adsorpsi yang terjadi pada logam Cd cenderung mengikuti persamaan Langmuir dengan nilai R^2 sebesar 0,9499. Persamaan ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi merupakan adsorpsi kimia dan membentuk monolayer.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa selulosa kulit durian dapat dimanfaatkan sebagai biosorben untuk penyerapan logam Cd^{2+} pada pH 4, konsentrasi 200 ppm. Berdasarkan isoterm langmuir kapasitas penyerapan maksimum adalah 4,1 mg/g dengan nilai $R^2= 0,9499$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Edi Nasra selaku Dosen Pembimbing serta teman-teman mahasiswa yang telah membantu dalam penelitian maupun dalam penulisan artikel ini.

REFERENSI

- [1] E. Sitorus *et al.*, *Proses Pengolahan Limbah*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021.
- [2] M. Nasir, E. P. Saputro, and S. Handayani, "Manajemen pengelolaan limbah industri," *J. Manag. dan Bisnis*, vol. 19, no. 2, pp. 143–149, 2015.
- [3] X. Li, Y. Tang, Z. Xuan, Y. Liu, and F. Luo, "Study on the preparation of orange peel cellulose adsorbents and biosorption of Cd²⁺ from aqueous solution," vol. 55, pp. 69–75, 2007, doi: 10.1016/j.seppur.2006.10.025.
- [4] A. Sasongko, K. Yulianto, and D. Sarastri, "Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestik dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 228–237, 2017, doi: 10.23887/jst-undiksha.v6i2.10699.
- [5] D. Clara, O. J., Haeruddin dan Ayuningrum, "ANALISIS KONSENTRASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DAN TIMBAL (Pb) PADA AIR , SEDIMEN , DAN TIRAM (Crassostrea sp .) DI SUNGAI TAPAK , Kecamatan Tugu merupakan salah satu kecamatan di Kota Semarang yang menjadi melalui parameter fisika , kimia , biologi ,," no. November, 2021.
- [6] R. Adhani and Husaini, *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press, 2017.
- [7] J. Yu, M. Tong, X. Sun, and B. Li, "Cystine-modified biomass for Cd(II) and Pb(II) biosorption," *J. Hazard. Mater.*, vol. 143, no. 1–2, pp. 277–284, 2007, doi: 10.1016/j.jhazmat.2006.09.021.
- [8] S. S. Pillai *et al.*, "Ecotoxicology and Environmental Safety Biosorption of Cd (II) from aqueous solution using xanthated nano banana cellulose: Equilibrium and kinetic studies," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 98, pp. 352–360, 2013, doi: 10.1016/j.ecoenv.2013.09.003.
- [9] E. Nasra, D. Kurniawati, and Bahrizal, "Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (Musa paradisiaca) Shell as Low-Cost Biosorbent," *Int. Conf. Chem. Eng. Agroindustry*, pp. 33–36, 2017.
- [10] D. Kurniawati, Bahrizal, and C. Marfania, "Biosorption of Cd (II) ion from aqueous solution using immobilized Lengkeng (euphoria longan lour) shell," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1481, no. 1, pp. 0–4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1481/1/012012.
- [11] H. Ahmadi, S. Sadat, H. Sharifi, N. Ngambua, S. Sanaullah, and S. Hussain, "Case Studies in Chemical and Environmental Engineering Low cost biosorbent (Melon Peel) for effective removal of Cu (II), Cd (II), and Pb (II) ions from aqueous solution," *Case Stud. Chem. Environ. Eng.*, vol. 6, no. May, p. 100242, 2022, doi: 10.1016/j.cscee.2022.100242.
- [12] F. Harahap, S. Bariyah, N. A. Sofyan, and M. Simorangkir, "Pemanfaatan limbah kulit durian dan daun sirsak sebagai biopestisida alami," *J. Biosains*, vol. 5, no. 3, pp. 116–120, 2019.
- [13] E. Masyithah, C., Aritonag, B, dan Gultom, "Pembuatan arang aktif dari limbah kulit durian sebagai adsorben pada minyak goreng bekas untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida," vol. II, pp. 66–75, 2018.
- [14] W. Saikaew, P. Kaewsarn, and U. Ratchathani, "Durian Peel As Biosorbent For Removal Of Cadmium ions Keywords : Durian peel , Biosorption , Cadmium removing significant quantities of ions . under the class of agricultural wastes including," *J. Environ. Res*, vol. 32, no. 1, pp. 17–30, 2010.
- [15] B. Febriansyah *et al.*, "Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Sebagai Adsorbent Logam Fe," *Jom FTEKNIK*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2015.
- [16] Legiso, T. Susanto, M. B. Ramadhan, K. A. Roni, W. L. Dwi, and Farida, "Activation Of Activated Carbon From Durian Skin As A Waste Adsorbent From Laundry Activities," *Maj. BIAM*, vol. 16, no. 02, pp. 58–63, 2020.
- [17] W. R. Kunusa, "Kajian Tentang Isolasi Selulosa Mikrokrystalin (SM) dari Limbah Tongkol Jagung," *J. Entropi*, vol. 12, no. 1, pp. 105–108, 2017.
- [18] R. S. D. Lestari and D. K. Sari, "Pengaruh Konsentrasi H2O2 Terhadap Tingkat Kecerahan Pulp Dengan Bahan Baku Eceng Gondok Melalui Proses Organosolv," *J. Integr. Proses*, vol. 6, no. 1, pp. 45–49, 2016.
- [19] N. I. Ischak, D. Fazriani, and D. N. Botutihe, "Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.) Sebagai Adsorben Ion Logam Besi," *Jambura J. Chem.*, vol. 3, no. 1, pp. 27–36, 2021, doi: 10.34312/jambchem.v3i1.9290.
- [20] R. Kusumawardani, T. A. Zaharah, and L. Destiarti, "Adsorpsi kadmium(II) menggunakan adsorben selulosa ampas tebu teraktivasi asam nitrat," *J. Kim. Khatulistiwa*, vol. 7, no. 3, pp. 75–83, 2018.
- [21] E. Kusumawati and Haryadi, "Ekstraksi dan Karakterisasi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes)," *Fluida*, vol. 14, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.35313/fluida.v14i1.3452.
- [22] A. G. Aditama and H. Ardhyanta, "Isolasi Selulosa dari Serat

- Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara: Analisis FTIR,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 228–231, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24098.
- [23] G. Riama, A. Veranika, and Prasetyowati, “Terhadap Derajat Putih Pulp Dari Mahkota Nanas,” *J. Tek. Kim.*, vol. 18, no. 3, pp. 25–34, 2012.
- [24] N. R. Nurjannah, T. Sudiarti, and L. Rahmidar, “Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Termetilasi sebagai Biokomposit Hidrogel,” *al-Kimiya*, vol. 7, no. 1, pp. 19–27, 2020, doi: 10.15575/ak.v7i1.6490.
- [25] I. Suhud, V. M. A. Tiwow, and B. Hamzah, “Adsorpsi Ion Kadmium (II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar Dan Batang Kangkung Air,” *J. Akad. Kim.*, vol. 1, no. November, pp. 153–158, 2012.
- [26] Z. Chaidir, Q. Hasanah, and R. Zein, “Penyerapan Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) Dalam Larutan Menggunakan Kulit Buah Jengkol,” *J. Ris. Kim.*, vol. 8, no. 2, pp. 189–199, 2015.