

Pengaruh pH dan Konsentrasi pada Penyerapan Ion Logam Cu(II) Menggunakan Kulit Buah Matoa (*Pometia pinnata*)

Berliana Salsabila¹, Edi Nasra^{*2}, Hardeli³, Indang Dewata⁴, Desy Kurniawati⁵
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 — A good way to overcome the impact of copper pollution is the bioadsorption method using Matoa husk powder (*Pometia pinnata*). The purpose of this study was to determine the absorption and effective absorption of metal ions (Cu^{2+}) with changes in pH and concentration. Based on the research, the optimum absorption of Cu^{2+} metal ion was 12,059 mg/g at pH 5, concentration 220 ppm, particle size 180 μm , contact time 90 minutes and stirring speed 300 rpm. The adsorption isotherm of Cu^{2+} metal with matoa skin biosorbent (*Pometia pinnata*) appears based on the Freundlich isothermal equation with a coefficient of determination (R) of 0.9992. Matoa Shell Powder was characterized by FTIR measurements, before activation, after treatment and after contact with analytes, hydroxyl groups (O-H), alkenes (C=C), carbonyl (C=O) and ethers (-COC).

Keywords — Biosorption, Metal ion Cu^{2+} , *Pometia pinnata*, Batch method

I. PENDAHULUAN

Logam Tembaga merupakan pencemar lingkungan dalam konsentrasi tinggi, dan konsentrasi Cu^{2+} yang berlebihan dalam tubuh manusia dapat menyebabkan berbagai penyakit serius seperti Alzheimer dan juga Parkinson [1, 2]. Maka dari itu, diperlukan teknologi untuk mengolah limbah yang mengandung logam berat tersebut meliputi koagulasi, flokulasi, presipitasi, teknologi membran, dan pertukaran ion. Meskipun relatif sederhana, metode ini menghasilkan lumpur beracun yang perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan.

Biosorpsi merupakan salah satu teknologi untuk mengolah logam berat baik dengan menggunakan mikroorganisme hidup maupun mati. Secara umum biosorpsi dianggap efisien, murah dan metode yang ramah lingkungan pada perairan yang terkontaminasi logam berat. Pertukaran ion dianggap sebagai mekanisme utama biosorpsi, yang terjadi melalui berbagai gugus fungsi yang ada pada permukaan biomassa. Mekanisme biosorpsi biasanya tergantung pada biomassa yang akan digunakan untuk menghilangkan unsur toksik [3]. Bahan biosorben dapat berupa mikroorganisme, biomassa tanaman dan limbah pertanian [4]. Penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan limbah pertanian salah satunya seperti kulit pisang, kulit lengkeng, dan kulit jeruk [2].

Matoa (*Pometia pinnata* JR Forst. & G Forst.) berasal dari *Sapindaceae* family, Secara kimiawi saponin, leucoanthocyanidins, dan tanin diketahui ada di kulit kayu buah matoa sedangkan pada daun diketahui memiliki aktivitas antimikroba. Hampir semua dari bagian tanaman ini bias

dimanfaatkan, mulai dari buah, daun, batang, kulit batang, dan juga kulit buahnya. Kulit buah matoa merupakan salah satu bahan alam yang belum banyak diketahui manfaatnya. Berdasarkan hasil uji skrining fitokimia kulit buah matoa mengandung senyawa flavonoid, tannin, dan saponin. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dan juga memiliki kemampuan mengkelat logam [5]. Kulit buah matoa terdapat kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sekitar 50% [6]. Pemanfaatan pohon matoa oleh masyarakat biasanya sebagai bahan bangunan dan kerajinan, bahan pangan segar untuk buah-buahan, obat-obatan, dan tanaman hias [7].

Dari semua kegunaan ini, kulit buah matoa biasanya hanya menjadi limbah yang dibuang begitu saja, dan juga masih sedikit penelitian yang dilakukan pada kulit buah matoa dan informasi terkait khasiatnya belum banyak diketahui. Maka dari itu, kulit buah matoa berpotensi sebagai limbah pertanian yg digunakan sebagai biosorben, untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis aktivator yang terbaik untuk kulit buah matoa sebagai biosorben, yang nantinya dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal termasuk dalam penyerapan ion logam Cu^{2+} dalam perairan.

Maka dari itu, tujuan dari studi ini untuk memfokuskan pada pengaruh pH dan konsentrasi terhadap penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan metode *batch*. Proses karakterisasi kulit buah matoa menggunakan instrument seperti FTIR dan AAS pada permukaan kulit matoa, yang mana dengan hasilnya nanti dapat digunakan untuk mengkonfirmasi kemampuan kulit buah matoa dalam mekanisme biosorpsi.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Peralatan gelas, pipet ukur, pipet gondok, blender, kertas saring, cawan penguap, lumping dan alu, oven, spatula, bola hisab, botol semprot, ayakan 180 mesh, neraca analitik, shaker, FTIR, AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

B. Bahan

Kulit matoa (*Pometia pinnata*), aquades, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, HNO_3 , dan NaOH

C. Preparasi dan Aktivasi Kulit Buah Matoa

1. Preparasi sampel

Kulit buah matoa dikumpulkan sebanyak 250 gram, dibersihkan dari sisa kotoran kemudian dipotong lalu dikeringkan dan disimpan pada suhu ruang.

Kulit buah matoa yang sudah dikeringkan dengan sinar matahari di oven pada suhu 105°C hingga didapat berat konstan, Kulit buah matoa (*Pometia pinnata*), tadi dihaluskan dengan diblender, dan diayak menggunakan ayakan ukuran $180 \mu\text{m}$, karakterisasi dengan menggunakan FTIR.

2. Aktivasi kulit buah matoa

Biosorben sebanyak 10 g diaktifkan dengan cara dishaker dengan 100 mL NaOH 0,1 M selama 2 jam, kemudian dibilas dengan akuades hingga netral dan dikeringkan di udara. Kemudian biosorben yang telah kering dikarakterisasi dengan FTIR.

D. Perlakuan penelitian dengan metode Batch

a. Pengaruh pH

Larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ sebanyak 25 mL konsentrasi 100 ppm pada pH 2 - 6 lalu dikontakkan dengan massa kulit matoa 0,2 gram pada ukuran partikel $180 \mu\text{m}$ dengan metode batch. Lalu di shaker pada kecepatan 200 rpm dalam rentang waktu 30 menit, lalu disaring dan melakukan pembacaan serapan ion Cu^{2+} menggunakan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

b. Pengaruh konsentrasi

Larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 120, 100, 80, 60, 40 dan 20 ppm disiapkan pada kondisi pH optimum, kemudian larutan dikontakkan dengan 0,2 gram biosorben pada ukuran partikel $180 \mu\text{m}$ menggunakan metode batch, kemudian di-shaker dengan kecepatan 200 rpm pada waktu kontak 30 menit, lalu disaring dan melakukan pembacaan serapan ion Cu^{2+} menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

c. Karakterisasi

Gugus fungsi pada kulit matoa yang telah dikontakkan dengan kondisi optimum menggunakan instrumen FTIR (Fourier Transform Infrared).

d. Penentuan Isoterm Adsorbsi

Perlakuan ini untuk melihat apakah penyerapan ion logam Cu^{2+} oleh kulit matoa 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

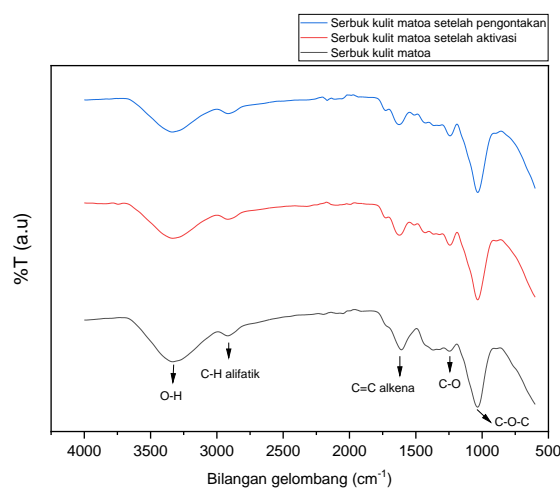
Preparasi serbuk kulit buah matoa diawali dengan membersihkannya terlebih dahulu, untuk memastikan kandungan air pada kulit buah matoa telah hilang dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari kemudian dioven hingga beratnya konstan. Kemudian dihaluskan untuk memperbesar luas permukaan pada biosorben serta memaksimalkan proses penyerapan, diayak 180 mesh untuk menyeragamkan ukuran dari partikel biosorben tersebut [8].

Selanjutnya biosorben diaktivasi menggunakan NaOH , yang dapat meningkatkan daya penyerapan logam oleh biosorben, serta kemampuan adsorpsi menggunakan aktivator NaOH meningkat pada logam Cu^{2+} [9]. Proses aktivasi pada biosorben sangat berperan dalam penyerapan. Pada penelitian ini aktivator yang digunakan yaitu NaOH , penurunan kadar air berhubungan dengan sifat higroskopis dari aktivator ini, sehingga pori-pori semakin besar dikarenakan terikatnya molekul air pada biosorben [10].

B. Karakterisasi FTIR

FTIR merupakan teknik analisis yang penting untuk mendeteksi karakteristik getaran gugus fungsi yang terdapat pada permukaan biosorben. Karakterisasi ini analisisnya cukup cepat, akurasi bagus, dan relatif sensitif.

Hasil FTIR dapat dilihat pada gambar 1 :



Gambar 1. Spektrum FTIR serbuk kulit matoa, serbuk kulit matoa setelah aktivasi, dan serbuk kulit matoa setelah pengontakan

Keterangan:

Hijau : Spektrum sebelum diaktivasi

Merah : Spektrum setelah diaktivasi dengan NaOH

Biru : Spektrum setelah pengontakan

1. FTIR Serbuk Kulit Matoa

Berdasarkan gambar hasil dari bilangan gelombang spektra inframerah pada serbuk kulit buah matoa menunjukkan vibrasi dari gugus hidroksil (O-H) yang ditunjukkan pada daerah serapan $3333,78\text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan 78,06 % T. Gugus hidroksil pada selulosa mampu mengikat logam berat serta didukung dengan adanya peregangan gugus fungsi (-CH) terjadinya pergeseran pita serapan sebesar $2918,53\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 91,70 % T hal ini menandakan adanya vibrasi ulur pada rentang bilangan gelombang 2800-3000 yang merupakan penyusun kerangka lignoselulosa pada biomaterial. Terdapat juga gugus fungsi alkena (C=C) yang ditunjukkan pada daerah serapan $1608,45\text{ cm}^{-1}$ dengan %T 84,36. Selanjutnya pada serbuk kulit matoa, muncul pita serapan $1246,19\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan terdapatnya gugus karbonil (C=O) dengan nilai transmittan 83,62 % T. Pada spektrum menunjukkan bilangan gelombang $1034,18\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus eter (-COC) dengan nilai transmittan 54,16 % T.

2. FTIR Serbuk Kulit Matoa Setelah Aktivasi

Serbuk kulit matoa yang teraktivasi NaOH 0,1 M pada gugus hidroksil (O-H) pergeseran yang terjadi tidak terlalu signifikan yaitu pada bilangan gelombang $3332,98\text{ cm}^{-1}$ dengan transmittan 85,87 % T. Terjadi perubahan bilangan gelombang $1623,16\text{ cm}^{-1}$, untuk %T 87,12 pada gugus fungsi aromatik (C=C). Gugus fungsi (C-O) ditemukan pada bilangan gelombang $1242,91\text{ cm}^{-1}$ dengan %T 83,13. Selanjutnya bilangan gelombang $1033,48\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi eter (-COC) dengan nilai transmittan 61,32 % T.

3. FTIR Serbuk Kulit Matoa Setelah Pengontakan

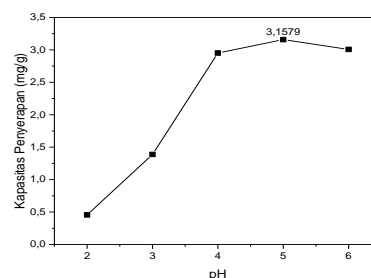
Pada pengontakan diperoleh serbuk kulit matoa dalam kondisi optimum yang telah melalui beberapa variabel, yang mana tahapan ini sangat berpengaruh terhadap gugus fungsi pada permukaan biosorben karena proses penyerapan dilakukan pengadukan pada kecepatan tinggi sehingga memungkinkan akan terjadi kerusakan terhadap struktur pada biosorben dan berdampak pada pergeseran bilangan gelombang pada masing-masing gugus fungsi.

Berdasarkan gambar terjadi pergeseran gugus hidroksil (O-H) dari penyerapan $3336,03\text{ cm}^{-1}$ ke nilai transmittan 88,24% T. Gugus fungsi Aromatik (C=C) yang ditunjukkan pada daerah serapan $1625,97\text{ cm}^{-1}$ pada %T 90,97. Selain itu, terdapat gugus fungsi (C-O) pada bilangan gelombang $1242,11\text{ cm}^{-1}$ dengan pergeseran tidak terlalu signifikan, dengan nilai transmittan 86,86 % T. pada gugus fungsi eter (-COC) juga terjadi pergeseran yang tidak terlalu signifikan yaitu dengan bilangan gelombang $1033,08\text{ cm}^{-1}$ dengan nilai transmittan 66,10 % T. Hasil dari FTIR pada serbuk kulit matoa setelah pengontakan jika dibandingkan dengan setiap peak yang muncul tidak mengalami perubahan dan pergeseran pita yang signifikan, dan menurunnya daya serapan, dapat dilihat dari penurunan nilai transmittan yang telah mengalami pengontakan dikarenakan terjadinya proses adsorpsi logam tembaga (Cu^{2+}) oleh biosorben serbuk kulit matoa secara optimal.

C. Perlakuan dengan Metode Batch pada Serbuk Kulit Matoa

1. Penentuan pH Optimum

Salah satu parameter yang mempengaruhi penyerapan biosorben yaitu pH larutan. Hal ini terkait dengan protonasi atau deprotonasi permukaan situs aktif biosorben. Pengaruh pH terhadap daya serap ion logam Cu^{2+} menggunakan biosorben serbuk kulit tomat ditunjukkan pada Gambar 2

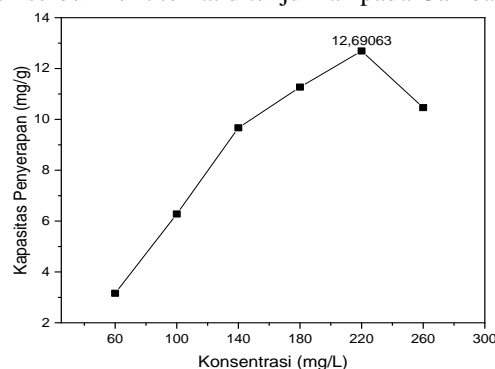


Gambar 2. Grafik pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan serbuk kulit matoa

Pada Gambar 2. menunjukkan kapasitas penyerapan tertinggi terdapat pada pH 5 dengan kapasitas serapan sebesar 3,1579 mg/g mencapai 48,84 % penyerapan sehingga ditetapkan sebagai pH optimum. Jika dilihat pada pH 2 kapasitas penyerapan yang terjadi sangat kecil sebesar 0,4555 mg/g dengan persentase penyerapan hanya 8,09%. Namun, jika dilihat pada pH 6 kapasitas penyerapan mengalami sedikit penurunan dari pH optimum yaitu sebesar 3,0069 mg/g, sehingga persen serapan menurun menjadi 47,79%.

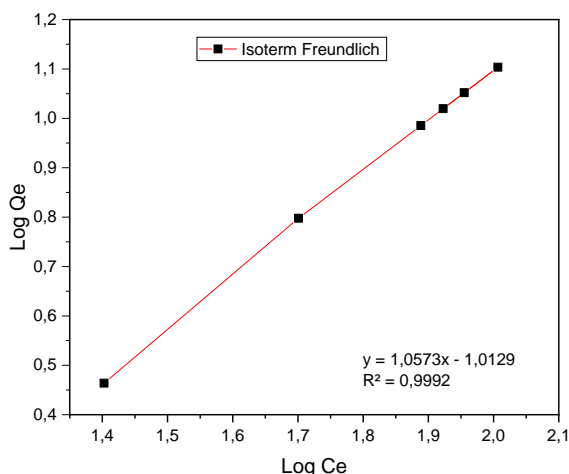
2. Penentuan Konsentrasi Optimum

Berdasarkan teori tersebut, modifikasi telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara kapasitas adsorpsi logam yang berbeda dan mengetahui kapasitas adsorpsi terbaik serbuk cangkang matoa yang dibuat biosorben untuk logam Cu^{2+} . Variasi konsentrasi logam Cu yaitu dari 60, 100, 140, 180, 220, dan 260 ppm. Pengontakannya dalam rentang waktu 30 menit dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dan pH 5. Pengaruh konsentrasi terhadap daya serap ion logam Cu^{2+} menggunakan biosorben serbuk kulit tomat ditunjukkan pada Gambar 3.

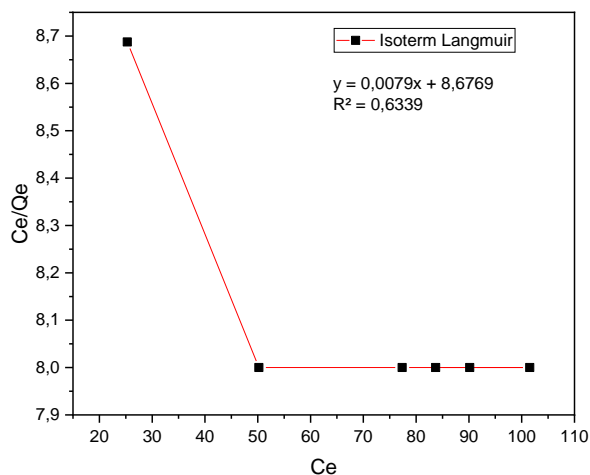


Gambar 3. Grafik pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan serbuk kulit matoa

Pada gambar 3. menunjukkan bahwa besar penyerapan ion logam Cu^{2+} divariasikan. Saat konsentrasi 60 sampai 180 ppm penyerapan ion logam Cu^{2+} mengalami kenaikan, dan optimum pada 220 ppm dengan besar kapasitas serapan 12,69063 mg/g. Pada saat situs aktif belum jenuh akan terjadi peningkatan jumlah kapasitas penyerapan ion logam Cu^{2+} secara linear. Selanjutnya pada konsentrasi 260 ppm penyerapan menurun karena peningkatan konsentrasi tidak lagi mempengaruhi penyerapan adsorbat dikarenakan situs aktif biosorben serbuk kulit matoa sudah dalam keadaan jenuh. Dari data variabel konsentrasi diperoleh pendekatan isoterm langmuir dan freundlich pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Kurva Isoterm Freundlich



Gambar 5. Kurva Isoterm Langmuir

Pada Gambar 4 dan 5. Nilai R² pada persamaan isotermal Langmuir adalah 0,6339 dan nilai R² pada persamaan isotermal Freundlich adalah 0,9992. Nilai koefisien korelasi (R²) dari kedua isoterm yang diperoleh dari hasil pencarian tampaknya mengikuti persamaan Freundlich karena nilai R² adalah 0,9 (mendekati angka 1). Dimana penyerapan terjadi secara fisisorpsi, adsorpsi ini terjadi pada sistem heterogen artinya membentuk lapisan multilayer.

KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk penyerapan ion logam Cu^{2+} menggunakan biosorben kulit buah matoa (*Pometia pinnata*) diperoleh pH 5 dan konsentrasi optimum 220 ppm dengan kapasitas penyerapan optimum ion logam Cu^{2+} 12,059 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada staf Universitas Negeri Padang, Jurusan Kimia, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta staf akademik dan non-akademik atas bantuannya dalam pekerjaan ini.

REFERENSI

- [1] A. Y. P. Asih, A. Muhith, A. H. Z. Fasya, and H. Hermanto, "Cu (Cuprum) Pollution Effect from Shrimp Processing," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 519, no. 1, pp. 8–11, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012017.
- [2] 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.
- [3] M. Bilal, T. Rasheed, J. E. Sosa-Hernández, A. Raza, F. Nabeel, and H. M. N. Iqbal, "Biosorption: An interplay between marine algae and potentially toxic elements—A review," *Mar. Drugs*, vol. 16, no. 2, pp. 1–16, 2018, doi: 10.3390/md16020065.
- [4] A. Thirunavukkarasu, R. Nithya, and R. Sivashankar, "Continuous fixed-bed biosorption process: A review," *Chem. Eng. J. Adv.*, vol. 8, p. 100188, 2021, doi: 10.1016/j.ceja.2021.100188.
- [5] M. Andriani, N. Nahrowi, A. Jayanegara, R. Mutia, and T. M. Syahnar, "Antioxidant Quality of Phytochemical Compounds and Chemical Characteristics of Dried Matoa (*Pometia Pinnata*) Peels," *J. Vet.*, vol. 21, no. 4, pp. 604–610, 2020, doi: 10.19087/jveteriner.2020.21.4.604.
- [6] H. Kurniawan, C. H. Garchia, A. Ayucitra, and Antaresti, "Pemanfaatan Kulit Buah Matoa sebagai Kertas Serat Campuran melalui Proses Pretreatment dengan Bantuan Gelombang Mikro dan Ultrasonik," *Ilm. widya Tek.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [7] Agusri, W. D. Widodo, and D. D. Matra, "Characterization of genes encoding key enzymes involved in sugar metabolism of matoa (*Pometia pinnata*)," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 694, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/694/1/012066.
- [8] D. Arifiyana and V. A. Devianti, "BIOSORPSI LOGAM BESI (Fe) DALAM MEDIA LIMBAH CAIR ARTIFISIAL MENGGUNAKAN ADSORBEN KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata*)," *J. Kim. Ris.*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.20473/jkr.v5i1.20245.
- [9] V. F. Dr. Vladimir, vol. 1, no. 69, 2021.
- [10] Erlina., dan Umiatin., and E. Budi, "Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu," *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. IV, no. 2, pp. 55–60, 2015.
- [11] A. B. D. Nandiyanto, R. Oktiani, and R. Ragadhita, "How to read and interpret ftir spectroscopy of organic material," *Indones. J. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 97–118, 2019, doi: 10.17509/ijost.v4i1.15806.
- [12] M. & Nugraha, "Indonesian Journal of Chemical Science and Technology," *Jurnal*, pp. 104–107, 2019.