

# Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Zat Warna *Methylene Blue* Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometia pinnata*)

Mufi Nasda<sup>1</sup>, Desy Kurniawati<sup>2\*</sup>, Edi Nasra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang  
Jln Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

[\\*desykurniawati@fmipa.unp.ac.id](mailto:desykurniawati@fmipa.unp.ac.id)

**Abstract** — *Methylene blue* is an aromatic hydrocarbon compound or thiazine dye with the chemical formula  $C_{16}H_{18}N_3SCl$  which is most often used in industry, this cationic dye is very dangerous with a threshold value ranging from 5-10 mg/L in water and is difficult to degrade in the environment because it contains benzene compounds. The purpose of this study was to reduce the impact of *methylene blue* pollution on the waters. The adsorption method was selected in batches by utilizing plantation waste from matoa fruit peel as an adsorbent in the absorption of MB waste, because it is more effective, inexpensive, and environmentally friendly. Matoa skin contains cellulose and lignin, so it is considered potential to be used as an adsorbent. The results showed that the matoa skin adsorbent was able to adsorb *methylene blue* dye at an optimum contact time of 120 minutes and a stirring speed of 200 rpm, which was measured using a UV-Vis *spectrophotometer* at a wavelength of 664 nm.

**Keywords** — Methylene blue, Biosorption, Matoa shell (*Pometia pinnata*), batch method

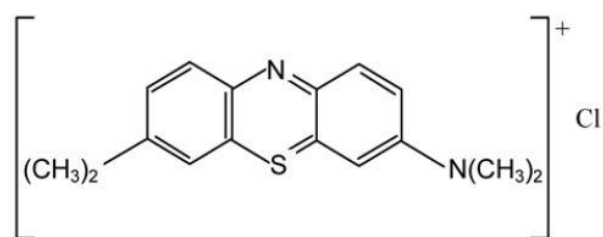
## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang sangat pesat selain memberikan dampak terhadap aspek kehidupan juga memberikan dampak positif sebagai komoditi ekspor penghasil devisa negara [1]. Sayangnya sekali ianya, juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya, misalnya permasalahan limbah industri yang dapat menyebabkan tercemarnya perairan yang ada di sekitarnya [2].

Salah satu pencemaran yang sering ditemukan dalam perairan adalah limbah cair zat warna yang merupakan hasil samping dari proses industri. Seperti diketahui, Senyawa organik dan anorganik yang terdapat pada zat warna biasanya digunakan untuk memberi warna tekstil, makanan, minuman, obat-obatan, dan kosmetika [3].

*Methylene Blue* dengan rumus kimia  $C_{16}H_{18}N_3SCl$  merupakan zat warna yang dapat larut dalam air, memiliki sifat kationik dan biasanya banyak dimanfaatkan dalam bidang industri pengolahan kertas, sutra, pembuatan cat, kulit, plastik, dan tinta ukiran [4]. Biasanya *Methylene Blue* hanya 5% digunakan dalam pewarnaan sedangkan 95% dibuang begitu saja ke perairan, sehingga dapat merusak lingkungan karena dapat mengganggu kehidupan organisme air yang disebabkan kurangnya intensitas sinar matahari yang dapat masuk ke perairan. Bahkan, dapat

mengakibatkan perubahan gen, bersifat karsinogenik, dan dapat menimbulkan alergi serta iritasi kulit [5]. Zat warna ini paling sering digunakan karena harganya yang relatif rendah dan sangat mudah untuk mendapatkannya. *Methylene Blue* sangat sulit terdegradasi karena memiliki gugus benzena dan meskipun bisa terdegradasi namun, membutuhkan waktu yang lama [6].



Gambar 1. Struktur Kimia *Methylene Blue* [7]

Senyawa *Methylene Blue* merupakan pewarna tekstil yang paling banyak digunakan dalam industri sehingga memerlukan prosedur pengolahan agar dapat dibuang ke lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukanlah suatu usaha agar dapat mengurangi dampak serius yang diakibatkan dari pencemaran zat warna ini. Berbagai metode telah diupayakan untuk dapat menanggulangi permasalahan limbah cair yang ditimbulkan oleh industri ini, terutama

untuk menghilangkan zat warna, seperti koagulasi (penggumpalan), penukaran ion, dan ozonasi. Namun, cara-cara tersebut dapat dikatakan kurang efektif karena memerlukan biaya operasional yang tergolong mahal dan banyak menggunakan bahan kimia. Metode yang sudah banyak dikembangkan sampai saat ini dan tergolong efektif untuk mengolah limbah cair zat warna adalah metode adsorpsi.

Adsorpsi merupakan proses yang terjadi apabila suatu fluida (cairan atau gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut. Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat yaitu zat yang akan diserap atau zat yang akan dipisahkan dari pelarutnya dan biosorben merupakan media yang akan menyerap [8] dimana biosorben ini sendiri masih berupa bahan alami tanpa adanya perlakuan lebih lanjut yang masih mengandung senyawa organik dan gugus fungsi. Biosorben dapat dihasilkan dari produk pertanian yang memiliki kelebihan seperti tidak membutuhkan biaya yang mahal, efisiensinya tinggi, pengoperasiannya mudah [9]. Salah satu bahan yang dapat diolah menjadi biosorben adalah limbah perkebunan. Tentunya melalui pemanfaatan limbah pembuatan adsorben ini menjadi lebih selektif, metode yang kompetitif, efektif, murah, serta bahan yang digunakan melimpah dan mudah ditemukan [3]. Dalam industri tekstil biosorben digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair yaitu dalam penyerapan zat warna [6]. Namun, industri yang menghasilkan limbah zat warna semakin berkembang, maka kebutuhan biosorben akan terus meningkat. Untuk menyelesaikan masalah yang ditimbulkan perlu dilakukan upaya untuk menyediakan keragaman bahan baku dalam pembuatan biosorben agar industri tidak kesulitan dalam memperoleh bahan penyerap [10].

Matoa (*Pometia pinnata*) merupakan tumbuhan yang tergolong kepada suku Sapinadaceae (rambutan). Buah matoa umumnya dikonsumsi langsung tanpa proses pengolahan terlebih dahulu [11]. Buah matoa memiliki rasa yang khas seperti perpaduan antara rambutan, lengkeng, dan durian sehingga banyak masyarakat mengkonsumsinya. Selain memiliki rasa yang manis, tumbuhan matoa memiliki manfaat yang luar biasa. Beberapa manfaat tanaman matoa antara lain, sebagai obat sariawan, flu, sakit kepala, nyeri (otot, tulang, dada, dan persendian), diabetes, disentri, masalah lambung, luka bakar dan diare [12].

Penelitian ini memanfaatkan kulit matoa (*Pometia pinnata*) sebagai adsorben untuk menyerap zat warna *Methylene Blue* dikarenakan kulit buah matoa belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan hanya menjadi limbah serta juga masih sedikit penelitian yang menggunakan kulit matoa. Padahal kandungan yang terdapat pada kulit buah matoa memiliki manfaat yang sangat melimpah dikarenakan terdapatnya gugus fungsional yang terdapat pada komponen senyawa flavonoid, tannin dan saponin sehingga dapat berikatan dengan molekul zat warna [13]. Analisa kimia juga membuktikan bahwa kulit matoa mengandung senyawa 28,24% lignin, 50,6% selulosa [14] yang menjadikan kulit buah ini berpotensi diolah

menjadi adsorben dalam menyerap zat warna sehingga memiliki manfaat besar dan bernilai ekonomis.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan gelas, *Shaker* (VRN-480), pH meter (HI2211) *magnetic stirrer* (MR Hei Standard), neraca analitik (ABS 220-4), kertas saring, lumpang dan alu, oven, botol semprot, ayakan (BS410). Instrument yang digunakan adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan Spektrofotometer UV-Visible.

### B. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan diantaranya: kulit matoa, aquades, Larutan *Methylene Blue* 1000 mg/L, HNO<sub>3</sub> 0,5, 0,1, dan 0,01 M, NaOH 0,01 dan 0,1 M.

### C. Preparasi Sampel

Kulit matoa (*Pometia pinnata*) dibersihkan, dicuci dengan aquades, dipotong dan dikeringkan selama ± 1 bulan menggunakan sinar matahari tidak langsung. Potong sampel dan haluskan dengan menggunakan lumpang dan alu atau blender kemudian diayak dengan ukuran ayakan 106 µm. Selanjutnya sebanyak 20 gram kulit matoa diaktivasi dengan HNO<sub>3</sub> 0,01 M selama 2 jam, dicuci menggunakan aquades hingga mencapai pH netral, dan akhirnya keringkan dengan cara dianginkan.

### D. Perlakuan dengan Metode Batch

#### 1. Penentuan kurva kalibrasi larutan standar

Panjang gelombang maksimum zat warna *Methylene Blue* diperoleh dengan mengukur absorbansi larutan zat warna *Methylene Blue* dengan konsentrasi 6 ppm, dengan spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 400-800 cm<sup>-1</sup> dan didapatkan panjang gelombang maksimum zat warna *Methylene Blue* yaitu 664 nm. Kurva standar larutan *Methylene Blue* dibuat dengan cara mengencerkan larutan standar 100 ppm menjadi 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, dan 16 ppm kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 664 nm.

#### 2. Pengaruh Waktu Kontak

Sebanyak 0,2 gram kulit matoa dengan ukuran partikel 106 µm dilakukan pengontakkan dengan 25 ml larutan *Methylene Blue* dengan konsentrasi 750 ppm dan pH 5. Setiap larutan dilakukan pengontakan menggunakan sistem *Batch*. Larutan di-*shaker* dengan kecepatan 200 rpm dengan waktu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Larutan disaring dan filtratnya ditampung kemudian dilakukan pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Visible.

#### 3. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Sebanyak 0,2 gram kulit matoa dengan ukuran partikel 106 µm dilakukan pengontakkan dengan 25 ml larutan *Methylene Blue* dengan konsentrasi 750 ppm

dan pH 5, Kemudian setiap larutan dilakukan pengontakan menggunakan sistem *Batch*, larutan di-*shaker* dengan kecepatan 100, 150, 200, 250, dan 300 rpm selama waktu optimum. Larutan disaring dan filtratnya ditampung kemudian dilakukan pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Visible.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Karakterisasi Biosorben Kulit Matoa

Preparasi sampel merupakan salah satu tahapan awal dalam sebuah penelitian. Dalam penelitian, proses preparasi biosorben dari kulit matoa ini dilakukan secara bertahap, tahapan pertama yaitu tahapan pencucian dan pengeringan sampel kulit matoa. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk membersihkan kotoran yang masih melekat pada permukaan sampel dan mengurangi kadar air dalam sampel sehingga sampel lebih mudah untuk dihaluskan dan tidak menggumpal. Proses pengeringan dalam penelitian ini sendiri dilakukan dengan cara diangin-anginkan tanpa bantuan sinar matahari dengan tujuan untuk mencegah hilangnya senyawa organik pada sampel.

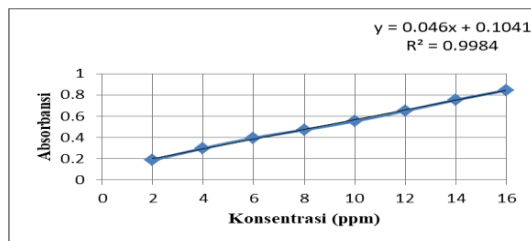
Tahapan kedua yaitu perajangan atau penggilingan untuk memperkecil ukuran partikel dan memperluas permukaan biosorben sehingga dapat meningkatkan daya adsorpsi. Tahapan ketiga yaitu aktivasi yang merupakan proses perendaman sampel dalam larutan yang dilakukan secara kimia dengan menggunakan reagen asam berupa larutan HNO<sub>3</sub> 0,01 M selama 2 jam. Proses aktivasi ini bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor pada permukaan adsorben sehingga dapat mengaktifkan gugus fungsi dan memperbesar luas permukaan pada biosorben.

Tahapan terakhir yaitu proses penetralan dan pengeringan kembali biosorben. Proses penetralan ini sendiri bertujuan untuk menghilangkan sisa reagen activator dari biosorben, sedangkan pengeringan ini untuk mengawetkan biosorben dan mengurangi kadar air dalam sampel biosorben yang dapat menurunkan kualitas biosorben. Adanya kandungan air yang berlebih dapat menghambat proses adsorpsi dan mempercepat proses kerusakan biosorben akibat proses pembusukan pada bahan organik.

#### B. Penentuan Kurva Larutan Standar

##### 1. Kurva larutan standar

Kurva standar dibuat dengan cara mengukur absorbansi larutan *Methylene Blue*. Pembuatan kurva standar dilakukan dengan membuat beberapa variasi konsentrasi *Methylene Blue* yaitu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, dan 16 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Visible pada panjang  $\lambda$  maksimum 664 nm.

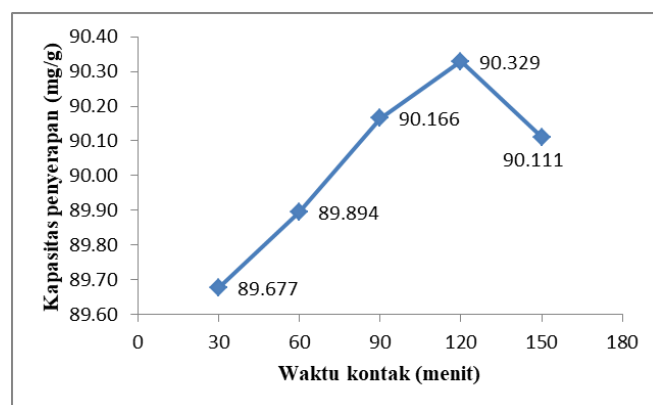


Gambar 2. Kurva Standar Larutan Zat Warna *Methylene Blue*

Kurva standar ini dibuat untuk melihat hubungan antara absorbansi dan konsentrasi berdasarkan hukum *lambert beer*. Hubungan antara absorbansi ini berbanding lurus dengan konsentrasi larutan dan berbanding terbalik dengan transmitan. Hal ini sama dengan hasil kurva standar, semakin besar konsentrasi maka absorbansi larutan *Methylene Blue* yang didapat semakin bertambah. Berdasarkan data didapatkan persamaan liniernya  $y = 0.046x + 0.1041$ , dengan nilai korelasi yang di dapatkan yaitu  $R^2 = 0.9984$ . Maka dapat disimpulkan bahwa kurva standar ini dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan analit sebelum dan setelah diadsorpsi.

#### C. Variasi Waktu Kontak

Variasi waktu kontak dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh biosorben kulit matoa untuk dapat berinteraksi dengan zat warna *methylene blue* secara optimum hingga mencapai keadaan kesetimbangan. Dimana, semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorbat yang akan terserap karena peluang permukaan atau situs aktif lebih besar untuk bertemu dengan adsorbat [15]. Namun proses adsorpsi adalah proses kesetimbangan, jika proses adsorpsi telah mencapai maksimum, maka penambahan waktu kontak pada proses adsorpsi tidak akan mempertinggi kapasitas penyerapan, melainkan akan menyebabkan proses desorpsi yang akan menurunkan nilai dari kapasitas penyerapan dikarenakan adanya partikel adsorbat yang dapat terlepas kembali ke dalam larutan [16]. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan zat warna *methylene blue* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

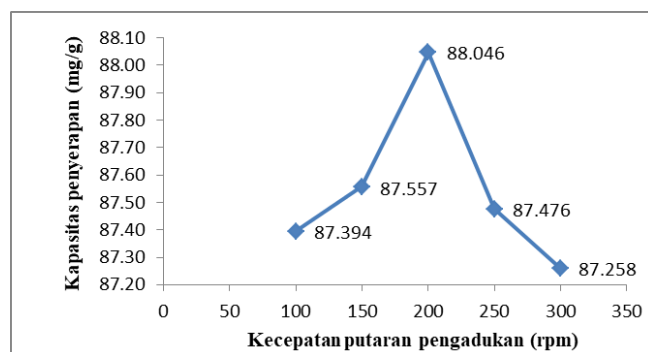


Gambar 3. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyerapan zat warna *Methylene Blue* menggunakan adsorben kulit Matoa (*pometia pinnata*).

Berdasarkan gambar 3 didapatkan bahwa penyerapan optimum pada waktu kontak 120 menit dengan nilai kapasitas penyerapan sebesar 90,329 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwasanya pada waktu kontak optimum proses difusi dan interaksi adsorbat dengan permukaan biosorben berlangsung baik. Pada selang waktu 90 menit pertama, terlihat bahwa molekul zat warna terserap dalam jumlah yang besar hal ini dikarenakan masih banyaknya situs aktif yang masih kosong. Setelah 120 menit terjadi penurunan terhadap kapasitas penyerapan karena seluruh situs aktif pada biosorben sudah jenuh dan pori-pori yang telah terisi penuh oleh adsorbat, hingga mencapai titik kesetimbangan dan menyebabkan adsorben tidak mampu lagi untuk mengikat adsorbat dalam larutan. Penambahan lama waktu adsorpsi menjadi 150 menit tidak dapat lagi meningkatkan adsorpsi ion zat warna bahkan cenderung menurunkannya. Hal ini dikarenakan terjadinya desorpsi yang mengakibatkan pelepasan kembali ion atau molekul zat warna yang telah terikat pada sisi aktif adsorben sehingga kapasitas penyerapan mengalami penurunan [17].

#### D. Variasi Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan pada sistem *Batch* dalam proses adsorpsi ini membantu mempercepat proses adsorpsi. Penurunan kadar zat warna dengan biosorben merupakan proses interaksi. Interaksi antara zat warna dengan biosorben dapat ditingkatkan dengan proses pengadukan, dikarenakan pada proses ini biosorben akan berinteraksi dengan adsorbat secara menyeluruh. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyerapan zat warna *Methylene Blue* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penyerapan zat warna *Methylene Blue* menggunakan adsorben kulit Matoa (*Pometia pinnata*).

Berdasarkan gambar di atas terkait zat warna dengan adsorben menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan 200 rpm mampu mengikat molekul zat warna secara optimal dengan nilai kapasitas penyerapan sebesar 88,046 mg/g dikarenakan pergerakan partikel adsorben menjadi efektif. Pada kecepatan 100 rpm, kapasitas penyerapan bernilai kecil. Hal ini dikarenakan pengadukan yang lambat menyebabkan kurang efektifnya tumbukan yang terjadi antara permukaan adsorben dengan adsorbat sehingga interaksi tidak menyeluruh dan proses adsorpsi berjalan dengan lambat. Pada kecepatan 250 hingga 300 rpm terjadi

penurunan kapasitas penyerapan seiring dengan bertambahnya kecepatan pengadukan yang digunakan. Hal ini dikarenakan proses pengadukan yang sangat cepat akan menyebabkan molekul adsorbat yang teradsorpsi pada permukaan adsorben akan terlepas kembali, karena ikatan yang kurang stabil dan molekul adsorbat tidak sepenuhnya terikat pada sisi aktif adsorben sehingga dapat mempercepat proses kejenuhan yang menyebabkan kapasitas penyerapannya menurun [18].

Pada penelitian yang dilakukan oleh [19] ditemukan kecepatan pengadukan optimum yang diperoleh untuk menyerap zat warna *Methylene Blue* ini adalah 200 rpm. Dalam penelitian ini, biosorben yang digunakan berasal dari kulit kelengkeng dengan nilai kapasitas serapan optimum yang diperoleh pada kecepatan pengadukan optimum ini sebesar 64,5472 mg/g dengan menggunakan metode *Batch*.

#### IV. KESIMPULAN

Kapasitas penyerapan optimum biosorben kulit matoa didapatkan pada waktu kontak 120 menit sebesar 90,329 mg/g dan kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 88,046 mg/g. ehingga dapat di tarik kesimpulan bahwasanya adsorben dari kulit matoa (*Pometia pinnata*) dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi terutama untuk menyerap zat warna berbahaya salah satunya *Methylene Blue*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Atas lancarnya pelaksanaan penelitian ini, Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak/Ibu tenaga akademik maupun non akademik Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] R. Manurung, "Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob - Aerob," *e-USU Repos. Univ. Sumatera Utara.*, 2004.
- [2] T. Huda and T. K. Yulitangingtyas, "Kajian Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Selulosa dari Alang-Alang," *IJCA (Indonesian J. Chem. Anal.*, vol. 1, no. 01, pp. 9–19, 2018, doi: 10.20885/ijca.v1i01.11322.
- [3] J. Latupeirissa, M. F. J. D. P. Tanasale, and S. H. Musa, "Kinetika Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Oleh Karbon Aktif Dari Kulit Kemiri ( *Aleurites moluccana* ( L ) Willd )," *Indo. J. Chem.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–21, 2018.
- [4] S. Hashemian, M. K. Ardakani, and H. Salehifar, "Kinetics and Thermodynamics of Adsorption Methylene Blue onto Tea Waste /CuFe2O4 Composite," *Am. J. Anal. Chem.*, vol. 04, no. 07, pp. 1–7, 2013, doi: 10.4236/ajac.2013.47a001.
- [5] J. J. Salazar-Rabago, R. Leyva-Ramos, J. Rivera-Utrilla, R. Ocampo-Perez, and F. J. Cerino-Cordova, "Biosorption mechanism of Methylene Blue from aqueous solution onto White Pine (*Pinus durangensis*) sawdust: Effect of operating conditions," *Sustain. Environ. Res.*, vol. 27, no. 1, pp. 32–40, 2017, doi: 10.1016/j.serj.2016.11.009.
- [6] U. Dwijayanti, Gunawan, D. S. Widodo, A. Haris, L. Suyati, and R. L. Ariadi, "Adsorpsi Methylene Blue (Mb) Menggunakan Abu Layang Batubara Teraktivasi Larutan Naoh," *Anal. Environ. Chem.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–14, 2020, doi: 10.23960/aec.v5.i1.2020.1-14.
- [7] O. Hamdaoui and M. Chiha, "Removal of Methylene Blue from

- Aqueous Solutions by Wheat Bran,” *Acta Chim. Slov.*, vol. 54, pp. 407–418, 2007.
- [8] I. Syauqiah, M. Amalia, and H. A. Kartini, “Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif,” *INFO Tek.*, vol. 12, no. 1, pp. 11–20, 2011.
- [9] D. Kurniawati *et al.*, “Biosorption of Pb (II) from Aqueous Solutions Using Column Method by Lengkeng ( Euphoria longan ) Seed and Shell,” *J. Chem. Pharm. Res.*, vol. 7, no. 12, pp. 872–877, 2015.
- [10] Retnowati, “Efektivitas ampas teh sebagai adsorben alternatif limbah cair industri tekstil,” *skripsi*, no. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia, Oktober, 2005.
- [11] BPTP Papua, “Matoa,” *Kementeri. Pertan.*, no. 49, 2014.
- [12] A. R. Zanuany, “Efektifitas Daya Antibakteri Ekstrak Daun Matoa (Pometia Pinnata J. R. & G. Fors ) Dalam Berbagai Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan Streptococcus Mutans (secara in vitro),” *Skripsi*, vol. 72 Hal, no. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia, Desember, 2013.
- [13] M. Andriani, N. Nahrowi, A. Jayanegara, R. Mutia, and T. M. Syahniar, “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.
- [14] 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,” *Widya Tek.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [15] P. Sukmawati and B. Utami, “Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil Malachite Green Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao) Terkativasi HNO<sub>3</sub>,” *Pros. Semin. Nas. Fis. dan Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 19–25, 2014.
- [16] E. W. Lfx and D. Yuanita, “Pola adsorpsi pewarna azo oleh biosorben dari kulit pisang,” *J. Sains Dasar*, vol. 2, no. 2, pp. 8–16, 2013.
- [17] L. W. Hadayani, I. Riwayati, and R. D. Ratnani, “Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi,” *Momentum*, vol. 11, no. 1, pp. 19–23, 2015.
- [18] I. Syafrinda, E. Yenie, and S. Daud, “Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna Pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah Biosolid Land Application Industri Minyak Kelapa Sawit,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2007.
- [19] E. D. Ramadhani and D. Kurniawati, “Effect of Contact Time and Agitation Speed on the Adsorption Process of Methylene Blue Dyes Using Longan Shell ( Euphoria longan L . ) as Biosorbent,” vol. 4, no. 6, pp. 143–149, 2021.