

# Penyerapan Zat Warna *Malachite Green* Menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa Balbisiana Colla*) Sebagai Biosorben Dengan Metode *Batch*

Riva Silvia, Edi Nasra\*, Budhi Oktavia, Sri Benti Etika

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Indonesia

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

**Abstract** — Biosorption of *Malachite green* dyes using Kepok banana peel (*Musa balbisiana Colla*) as a biosorbent has been carried out. The purpose of this study was to determine the optimum conditions for absorption of *Malachite green* by Kepok banana peel biosorbent (*Musa balbisiana Colla*). Contact method used is the *batch* method. Effect of pH from 2 to 7 of the solution, effect of concentration from 40 ppm to 120 ppm, effect of particle size from 150  $\mu\text{m}$  to 355  $\mu\text{m}$ . The wavelength of *Malachite green* is 618 nm measured by the UV-Vis Spectrophotometer. The results showed that the optimum conditions for absorption occurred at pH 3, a concentration of 100 ppm, and a particle size of 150  $\mu\text{m}$ . The maximum absorption capacity of 8,6576 mg/g. The adsorption isotherm of *Malachite green* with Kepok banana peel (*Musa balbisiana Colla*) biosorbent tends to follow the Freundlich isotherm with a determinant coefficient ( $R^2$ ) of 0.9996.

**Keywords** — biosorption, *Malachite green*, *Musa balbisiana Colla*, *batch* method

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri membawa dampak beraneka ragam. Selain mampu memenuhi kebutuhan manusia, perkembangan industri juga berdampak pada lingkungan. Salah satu dampak terhadap lingkungan adalah limbah industri yang mencemari lingkungan. Limbah tersebut umumnya dibuang ke daerah perairan yang menyebabkan kerusakan pada ekosistem di perairan serta merusak nilai estetika di lingkungan. Limbah dapat berasal dari industri tekstil, plastik, obat-obatan, kosmetik [1], kertas, percetakan dan makanan [2]. Pewarna digunakan dalam jumlah yang besar untuk mewarnai produk menjadi sumber utama adanya limbah zat warna.

*Malachite green* merupakan salah satu limbah zat warna yang banyak digunakan. *Malachite green* ini zat warna yang bahan dasarnya adalah garam dari warna dasar organik yang mengandung amino, dan termasuk zat warna dasar celup [3]. *Malachite green* tergolong zat warna trifenilmetan yang umum di industri tekstil, karena warnanya yang cemerlang, efek yang ditimbulkan menarik, harganya murah dan mudah ditemukan, namun bersifat karsinogenik. Dampak bagi manusia jika zat warna ini terakumulasi didalam tubuh dapat menimbulkan ancaman kesehatan yang serius seperti mampu merusak system reproduksi, sistem kekebalan tubuh serta genotoksik.

Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh *Malachite green*, serta nilai ambang batasnya diperairan 0,01 ppm [4], maka dibutuhkan suatu upaya untuk mengatasinya. Banyak metode yang sudah dilakukan untuk penanggulangan dari

*Malachite green* diantaranya koagulasi, perawatan biologis, filtrasi membran, oksidasi lanjutan menggunakan fenton dan elektrokatalisis [5]. Namun, dari semua metode ini kurang efektif karena membutuhkan bahan yang banyak serta biayanya relatif mahal.

Metode biosorpsi muncul menjadi daya tarik mengatasi masalah ini yang diharapkan mampu menanggulangi secara keseluruhan. Biosorpsi dianggap efektif dan ramah lingkungan karena efisiensi tinggi, pengoperasian yang mudah, dan biayanya relatif murah [5]. Dalam metode biosorpsi memakai suatu biomasa yang disebut biosorben yang kaya akan gugus fungsi. Gugus fungsi ini akan berperan mengikat biosorbat. Banyak sumber biosorben yang sudah digunakan diantaranya adalah kulit pisang [6], jagung, kayu apel [1], kulit kakao [3].

Kulit pisang kepok merupakan polisakarida yang efisien digunakan sebagai biosorben untuk menyerap logam, senyawa organik maupun zat warna. Pada penelitian sebelumnya kulit pisang telah digunakan untuk menyerap logam-logam berbahaya seperti Mn [7], dan Sr [8], fenol [9] serta beberapa zat warna yaitu *methilen blue* [10] dan *rhodamin B* [6].

Pada penelitian ini digunakan kulit pisang kepok sebagai sumber biosorben untuk menghilangkan *Malachite green*. Kulit pisang kepok memiliki beberapa komponen kimia seperti zat pektin, lignin, selulosa, hemiselulosa [11], gugus aktif hidroksil, karboksil, karbonil dan amino [12] yang dapat mengikat dan menarik *Malachite green*. Berdasarkan uraian

diatas, maka penelitian ini akan mengkaji tentang penyerapan zat warna Malachite green menggunakan kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai biosorben dengan metode *batch*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk adalah peralatan gelas, botol semprot, neraca analitik (*merck*), pH meter (*Hanna Instruments HI 2211/ORP Meter*), shaker (*SHO-1D*), kertas saring, alu dan lumpang, magnetik stirer, ayakan (ukuran 150  $\mu\text{m}$ , 212  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , dan 355  $\mu\text{m}$ ), oven listrik (*XU 225 FRANCE ETUVES*, instrument FTIR (*PANalytical E'xpert pro*) dan spektrofotometer UV-Vis *T-70*.

### B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla), *Malachite green*, aquades,  $\text{HNO}_3$  0,1 M,  $\text{NaOH}$  0,1 M dan  $\text{HCl}$  0,1 M.

### C. Prosedur penelitian

1. *Mempersiapkan biosorben*: Kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) dibersihkan, dipotong, dicuci dengan aquades kemudian dikering anginkan. Lalu dihaluskan dan diayak dengan ukuran partikel tertentu. Biosorben direndam dengan  $\text{HNO}_3$  0.1 M selama 2 jam, selanjutnya dicuci dan dibilas dengan aquades sampai keadaan netral. Karakterisasi dengan *Fuorier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

2. *Perlakuan dengan metode batch*:

Pengaruh pH.

Larutan simulasi *Malachite green* sebanyak 25 mL konsentrasi 100 ppm dengan pH 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Masing-masing dikontakkan dengan massa kulit pisang 0,2 gram dengan ukuran partikel 150  $\mu\text{m}$  menggunakan metode *batch* sebagai sistem kontak. Larutan lalu di-*shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Kemudian larutan disaring, filtratnya diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 618 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis hingga didapat pH optimum.

Pengaruh konsentrasi larutan.

Larutan simulasi *Malachite green* sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 120, 100, 80, 60, 40 dan 20 ppm disiapkan pada kondisi pH optimum, kemudian larutan dikontakkan dengan biosorben sebanyak 0,2 gram dengan ukuran partikel 150  $\mu\text{m}$  dengan metode *batch*. Larutan kemudian di *shaker* dengan kecepatan 200 rpm pada waktu kontak 30 menit. Lalu disaring, filtrate yang didapatkan diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 618 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis hingga didapat konsentrasi optimum.

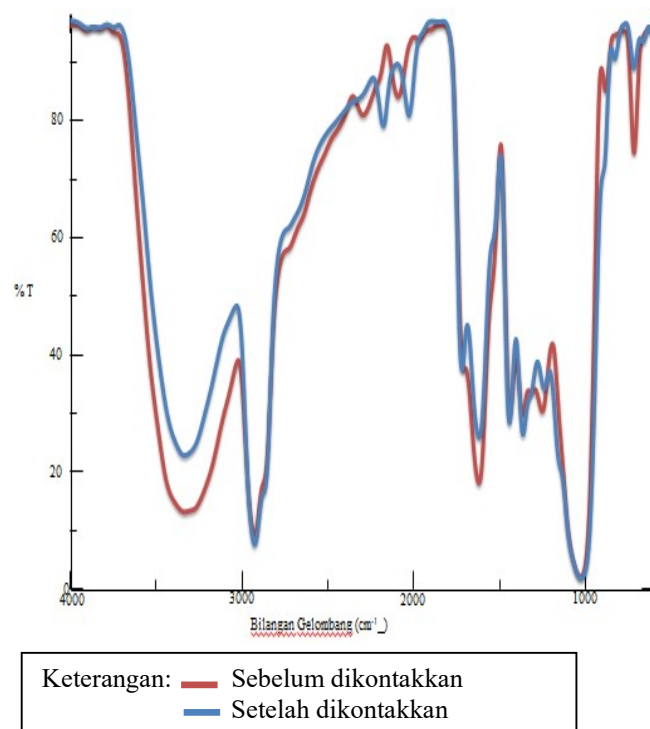
Pengaruh ukuran partikel

Sebanyak 0,2 gram biosorben kulit pisang dengan variasi ukuran 150  $\mu\text{m}$ , 212  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$  dan 355  $\mu\text{m}$  dikontakkan dengan 25 mL larutan simulasi *Malachite green* pada konsentrasi dan pH optimum menggunakan metode *batch*. Larutan di-*shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Kemudian larutan disaring, filtratnya diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum serapan *Malachite green* menggunakan spektrofotometer UV-Vis hingga didapat ukuran partikel optimum.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisa Fuorier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Karakterisasi FTIR dilakukan guna menganalisa gugus fungsi yang ada pada kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla). Pada penelitian ini digunakan bilangan gelombang 4000 – 600  $\text{cm}^{-1}$ . Spektrum FTIR dapat dilihat pada gambar 1.



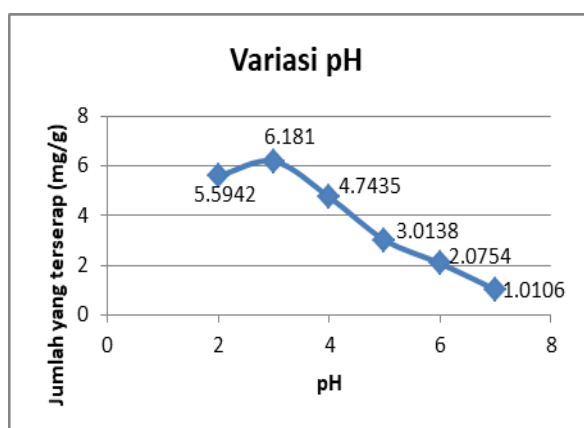
Gambar 1 Spektrum FTIR Biosorben kulit pisang kepok sebelum dikontakkan dan setelah dikontakkan dengan *Malachite green*

Pada Gambar 1, kulit pisang kepok sebelum dikontakkan, pada bilangan gelombang 3333,56  $\text{cm}^{-1}$  terdapat gugus hidroksil (-OH). Peregangan gugus -CH terjadi pada 2927,42  $\text{cm}^{-1}$ . Selanjutnya pada bilangan gelombang 1622,46  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur dari gugus fungsi -C=O (Munagapati, 2018). Biosorben kulit pisang kepok yang telah dikontakkan dengan *Malachite green*, peregangan puncak hidroksil (-OH) menunjukkan vibrasi ulur terlihat pada bilangan gelombang 3334,67  $\text{cm}^{-1}$ . Peregangan gugus -CH terjadinya pergeseran pita serapan sebesar 2926,77  $\text{cm}^{-1}$ . Selanjutnya peregangan pada gugus fungsi -C=O terjadinya

perubahan pita serapan dengan pergeseran muncul pada bilangan gelombang 1622,35 cm<sup>-1</sup>.

**B. Pengaruh pH**

Pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan *Malachite green* oleh biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) disajikan pada gambar 2.

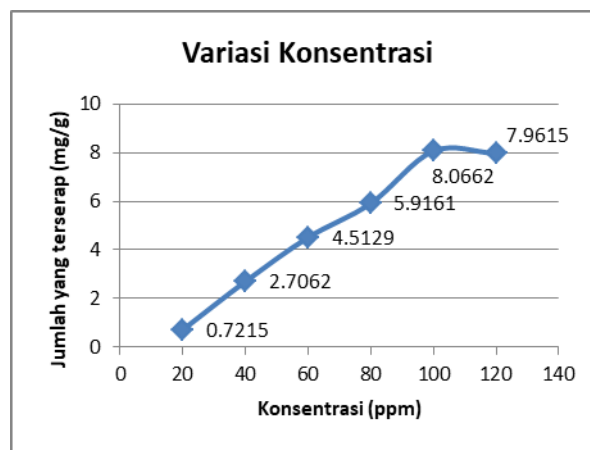


Gambar 2 Pengaruh pH larutan terhadap penyerapan *Malachite green* menggunakan kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) sebagai biosorben

Gambar 2 menunjukkan bahwa biosorpsi *Malachite green* dengan biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) optimum pada pH 3 dengan jumlah ion *Malachite green* yang terserap 6,1810 mg/g dan persentase penyerapan 97,9960 %. Pada pH 2 jumlah ion *Malachite green* yang terserap sebesar 5,5942 mg/g. Pengaruh ion H<sup>+</sup> dari HCl pada larutan lebih banyak sehingga interaksi antara sisi aktif biosorben dengan biosorbat sedikit pada pH rendah [13].

**C. Pengaruh konsentrasi larutan**

Konsentrasi mula-mula larutan zat warna *Malachite green* merupakan salah satu variabel penting untuk mengetahui jumlah yang terserap oleh biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dalam menyerap *Malachite green*. Pada proses biosorpsi, biosorben dikontakkan dengan larutan zat warna *Malachite green* variasi konsentrasi 20 – 120 ppm dengan kondisi optimasi pH 3 selama 30 menit. Pengaruh konsentrasi larutan zat warna *Malachite green* dapat dilihat di gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh konsentrasi larutan *Malachite green* terhadap penyerapan biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah yang terserap mengalami peningkatan sesuai dengan bertambahnya konsentrasi *Malachite green* yang digunakan. Optimasi terjadi pada konsentrasi 100 ppm dengan jumlah ion yang terserap 8,0662 mg/g dengan persentase penyerapan 97,7528% . Meningkatnya sisi aktif biosorben yang terikat dengan ion *Malachite green* adalah alasan terjadinya peningkatan jumlah ion yang terserap. [14].

Kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat dapat ditentukan dengan isoterm Langmuir dan isotherm Freundlich dengan persamaan sebagai berikut:

- Isoterm Langmuir

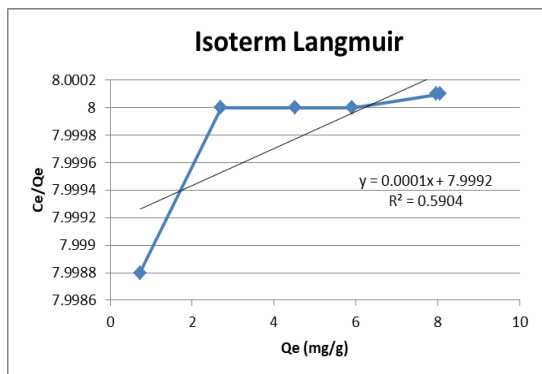
$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{qmKI} + \frac{1}{qm} C_e$$

- Isoterm Freundlich

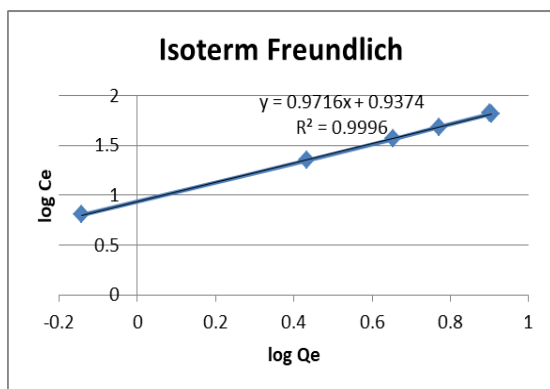
$$\log q_e = \log qm + \frac{1}{n} \log C_e$$

Dimana q<sub>e</sub> : jumlah zat yang mengalami adsorpsi per gram adsorben (mg/g), C<sub>e</sub> : konsentrasi kesetimbangan, q<sub>m</sub>: kapasitas serapan maksimum (mg/g), KI / n :konstanta.

Kesetimbangan isotherm adsorpsi didapat dari hubungan kurva kesetimbangan garis lurus. Model kesetimbangan ditentukan dari harga koefisien determinan (R) yang paling tinggi. Tujuan penentuan isotherm adsorpsi ini untuk menunjukkan adanya hubungan kapasitas adsorpsi. Kurva isotherm adsorpsi berdasarkan isotherm Langmuir dan isotherm Freundlich dapat dilihat pada gambar 4.



(a) Isoterm Langmuir



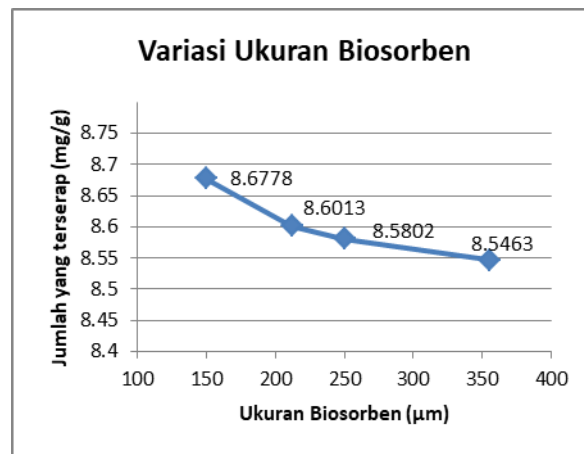
(b) Isoterm Freundlich

Gambar 4. Isoterm Langmuir (a), Isoterm Freundlich (b)

Gambar 4 menunjukkan bahwa adsorpsi *Malachite green* oleh biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) cenderung mengikuti isotherm Freundlich. Nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) isotherm Freundlich lebih tinggi yaitu 0,9996 dibandingkan dengan isotherm Langmuir 0,5904. Berdasarkan perhitungan teoritis isotherm Freundlich diperoleh kapasitas serapan maksimum biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebesar 8,6576 mg/g. Hal ini menyatakan bahwa *Malachite green* yang teradsorpsi dengan permukaan sisi aktif biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) bersifat heterogen. Molekul teradsorpsi mudah dilepaskan kembali karena tidak berikatan dengan kuat [15].

#### D. Pengaruh ukuran partikel

Jumlah ion yang terserap akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel biosorben. Hal ini karena bertambahnya luas permukaan biosorben, sehingga jumlah biosorbat yang terserap juga akan lebih banyak. Jika ukuran biosorben yang digunakan semakin besar dapat menyebabkan penurunan luas permukaan biosorben. Pengaruh jumlah ion yang terserap berdasarkan perbedaan ukuran partikel dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Pengaruh ukuran partikel biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) terhadap penyerapan *Malachite green*

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan dari ukuran partikel biosorben 150 hingga 355 µm. Jumlah ion yang terserap optimum pada ukuran partikel biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) 150 µm adalah 8,6778 mg/g dengan persentase penyerapan sebesar 98,8582%.

#### IV. KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk penyerapan *Malachite green* menggunakan biosorben kulit pisang kepok adalah pada pH 3, konsentrasi 100 ppm, ukuran partikel 150 µm. Berdasarkan isoterm Freundlich kapasitas penyerapan maksimum *Malachite green* adalah 8,6576 mg/g dengan nilai  $R^2 = 0,9996$ .

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dosen Pembimbing serta rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam penulisan artikel ini. Selanjutnya terima kasih atas sarana dan dukungannya kepada seluruh analis Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

#### REFERENSI

- [1] A. S. Sartape, A. M. Mandhare, V. V. Jadhav, P. D. Raut, M. A. Anuse, and S. S. Kolekar, "Removal of malachite green dye from aqueous solution with adsorption technique using *Limonia acidissima* ( wood apple ) shell as low cost adsorbent," *Arab. J. Chem.*, 2014.
- [2] A. K. Kushwaha, N. Gupta, and M. C. Chattopadhyaya, "Removal of cationic methylene blue and malachite green dyes from aqueous solution by waste materials of *Daucus carota*," *J. SAUDI Chem. Soc.*, 2011.
- [3] P. Sukmawati, B. Utami, F. Keguruan, J. Ir, S. No, and K. Surakarta, "MENGGUNAKAN ADSORBEN KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao*) TERAKTIVASI HNO<sub>3</sub> Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA," vol. 5, pp. 19–25, 2014.
- [4] S. Srivastava, R. Sinha, and D. Roy, "Toxicological effects of malachite green," vol. 66, pp. 319–329, 2004.
- [5] C. Duan et al., "Carbohydrates-rich corncobs supported metal-organic frameworks as versatile biosorbents for dye removal and microbial inactivation," *Carbohydr. Polym.*, vol. 222, no. July, p. 115042, 2019.
- [6] S. Singh, N. Parveen, and H. Gupta, "Adsorptive decontamination

- of rhodamine-B from water using banana peel powder: a biosorbent," *Environ. Technol. Innov.*, 2018.
- [7] A. Ali, "Removal of Mn(II) from water using chemically modified banana peels as efficient adsorbent." *Environ. Nanotechnology, Monit. Manag.*, vol. 7, no. Ii, pp. 57–63, 2017.
- [8] K. V. Mahindrakar and V. K. Rathod, "Utilization of banana peels for removal of strontium (II) from water," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 11, no. Ii, pp. 371–383, 2018.
- [9] M. Achak, A. Hafidi, N. Ouazzani, S. Sayadi, and L. Mandi, "Low cost biosorbent 'banana peel' for the removal of phenolic compounds from olive mill wastewater: Kinetic and equilibrium studies," *J. Hazard. Mater.*, vol. 166, no. 1, pp. 117–125, 2009.
- [10] T. Ahmad and M. Danish, "Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review." *J. Environ. Manage.*, vol. 206, pp. 330–348, 2018.
- [11] I. Dewata and U. K. Nizar, "*Musa Paradisiaca* L)," vol. XIII, no. 2, pp. 171–177, 2019.
- [12] E. Nasra, "Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (*Musa paradisiaca*) Shell as Low-Cost Biosorbent," pp. 19–22, 2006.
- [13] Rahdar, S., Rahdar, A., Zafar, M. N., Shafqat, S. S., & Ahmadi, S. (2019). "Synthesis and characterization of MgO supported Fe–Co–Mn nanoparticles with exceptionally high adsorption capacity for Rhodamine B dye." *Journal of Materials Research and Technology*, (x x), 1–11.
- [14] B H. Hameed and M. I. El-Khaiary, "Malachite green adsorption by rattan sawdust: Isotherm, kinetic and mechanism modeling," *J. Hazard. Mater.*, vol. 159, no. 2–3, pp. 574–579, 2008.
- [15] A. Apriliani, "Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah," *Skripsi*, pp. 54–56, 2010.