

Optimasi Penyerapan Zat Warna *Malachite Green* Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)

Sintha Hafizhah Yonel, 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

Abstract — *Malachite green* is a synthetic dye that is widely used in the textile industry. Textile industry waste that is not treated properly will pollute the aquatic environment. The threshold value for the permissible concentration of *Malachite green* in waters is around 0.01 mg/L. The adsorption method is an alternative method used to remove dyestuff waste. This study used a batch method which aims to determine the optimum conditions for adsorption and the maximum adsorption capacity of *Malachite green* using activated carbon from the peel of Kepok banana (*Musa balbisiana* Colla). In this study, treatments were carried out using variations in solution concentration and contact time. The results of this study, obtained the adsorption capacity at optimum conditions concentration 150 mg/L and contact time 150 minutes with adsorption capacity of 9.2429 mg /g with adsorption percentage of 97.9734%. Mechanism the adsorption of *Malachite green* follows the equation Langmuir isotherm with a determinant coefficient (R^2) of 0,9989.

Keywords: *Malachite green*, Activated Carbon, Kepok banana peel

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan industri tekstil pada saat sekarang ini mengakibatkan limbah zat warna terus meningkat. Industri tekstil yang tidak melakukan pengolahan limbah dengan baik menjadi salah satu pemicu pencemaran lingkungan. Umumnya industri tekstil memproduksi limbah zat warna yang termasuk golongan senyawa organik *non-biodegradable* atau sulit teruraikan yang menyebabkan tercemarnya ekosistem perairan[1].

Limbah zat warna yang banyak ditemukan salah satunya adalah *Malachite green*. Zat warna ini merupakan garam dari warna dasar organik yang memiliki kandungan zat amino. Apabila dibandingkan dengan zat warna sintesis yang lain, *Malachite green* mempunyai warna yang cemerlang. Di dalam tubuh makhluk hidup, akumulasi zat warna *Malachite green* bersifat karsinogenik, gemotoksik, serta mempengaruhi sistem kekebalan tubuh. Nilai ambang batas *Malachite green* di perairan maksimal sebesar 0,01 ppm [2].

Pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh zat warna sintetik dapat diatasi dengan beberapa cara seperti metode koagulasi, ozonisasi, proses oksidasi, presipitasi kimia, pertukaran ion, ultrafiltrasi, dan *reverse osmosis*. Akan

tetapi, metode-metode tersebut membutuhkan biaya yang mahal, membentuk produk sampingan yang berbahaya, dan intensif kebutuhan energi. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif sering dipilih sebagai metode untuk menghilangkan polutan dari air limbah. Akan tetapi karbon aktif secara komersial bernilai mahal [3].

Kulit pisang kepok sering digunakan sebagai bahan dasar untuk mensintesis karbon aktif karena memiliki komponen-komponen kimia seperti lignin, pektin, selulosa, hemiselulosa, oligosakarida [4], gugus aktif hidroksil, karboksil, karbonil, dan amino[5]. Para peneliti sebelumnya, menggunakan adsorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai pengadsorpsi logam-logam berat seperti Cu (II), Cd (II)[5], Zn (II)[6], Sr (II) [7], serta beberapa zat warna seperti *Malachite green* [1], *Methylene blue* [8], *Rhodamin B* [9] dan juga fenol [10]. Pada penelitian kali ini peneliti akan melakukan penelitian mengenai “Optimasi Penyerapan Zat Warna *Malachite green* Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla). “

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Peralatan gelas, kertas saring, lumpang dan alu, statif, klem, cawan penguap, oven, furnace, pH meter (Hanna Instruments

HI 2211/ORP Meter), neraca analitik (ABS220-4), shaker, FTIR (perkin Elmer universal ATR Sampling Accessorg 735 B), Spektrofotometer UV-Vis (Specord 210),).

B. Bahan

Bahan yang digunakan terdiri dari karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*), aquades, HCl 0.1 M, zat warna *Malachite green*, aquades, HNO₃ 0,1 M dan NaOH 0,1 M.

C. Prosedur Penelitian

1. *Preparasi adsorben* : Limbah kulit pisang kepok dicuci dengan air hingga bersih dan dikeringkan hingga beratnya konstan, kemudian simpan pada suhu ruang. Setelah kering, kulit pisang kepok dimasukkan kedalam furnace selama 1 jam dengan temperatur sebesar 300°C selama 1 jam sampai menjadi karbon, setelah menjadi karbon kemudian disimpan pada suhu ruang. karbon dihaluskan dengan menggunakan mortar dan diayak dengan menggunakan ayakan 150 µm, 180 µm, 250 µm dan 355 µm. Karbon dari kulit pisang sebanyak 20 gram diaktivasi menggunakan HCl 0.1 M selama 7 jam, dan dinetralisasi menggunakan aquades sampai pH netral, kemudian dikeringkan menggunakan suhu 100°C untuk menghilangkan uap air yang terjebak pada pori. Karakterisasi karbon dilakukan menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).

2. Perlakuan dengan Metoda Batch

Pengaruh Konsentrasi

Sebanyak 25 mL larutan *Malachite green* dengan konsentrasi 50, 100, 150, dan 200 mg/L pada kondisi pH 5 dikontakkan dengan karbon aktif 150 µm sebanyak 0,2 gram menggunakan sistem batch. Kemudian di-shaker menggunakan kecepatan 150 rpm selama 30 menit dan disaring diambil filtratnya untuk diukur konsentrasi larutan *Malachite green* yang tidak diserap dengan menggunakan spektrometer UV-Vis, sehingga diperoleh konsentrasi optimum

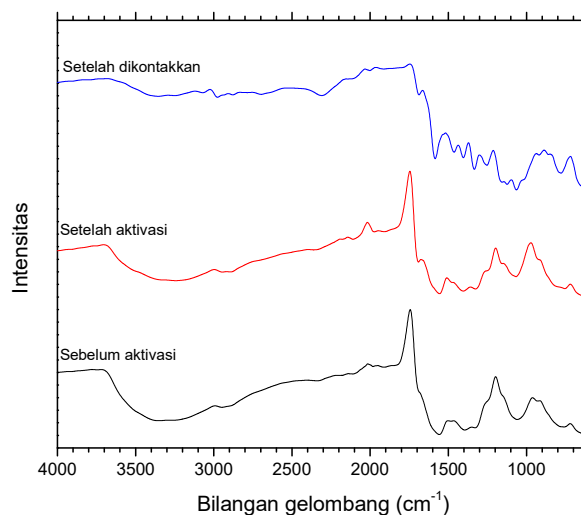
Pengaruh Waktu Kontak

Sebanyak 0,2 gram karbon aktif dengan ukuran partikel 150 µm dikontakkan dengan 25 mL larutan simulasi *Malachite green* pada kondisi optimum menggunakan metode batch. Larutan di-shaker dengan kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Kemudian larutan disaring, filtratnya diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum serapan *Malachite green* menggunakan spektrofotometer UV-Vis hingga didapat waktu kontak optimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk menganalisa gugus fungsi yang terapat pada karbon, karbon aktif dan karbon yang telah dikontakkan dengan zat warna *Malachite green*. Pada penelitian ini digunakan bilangan gelombang 4000–600 cm⁻¹. Spektrum FTIR dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Spektrum FTIR karbon, karbon aktif dan karbon setelah dikontakkan dengan *Malachite green*.

Pada gambar 1 dapat dilihat spektrum FTIR karbon, karbon aktif, dan karbon aktif sesudah dikontakkan dengan *Malachite green*. Pada karbon sebelum diaktivasi terdapat gugus fungsi OH (gugus hidroksil) dengan bilangan gelombang 3351,13 cm⁻¹ dan nilai transmittan sebesar 11,08 % T. Peregangan gugus fungsi –CH muncul pada bilangan gelombang 2949,04 cm⁻¹ dengan nilai transmittan sebesar 19,44 % T yang menandakan terjadinya vibrasi ulur dalam rentangan bilangan gelombang 2800-3000 cm⁻¹. Bilangan gelombang 1557,60 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur dari puncak C=C aromatik dengan nilai transmittan sebesar 2,50 % T [11]. Gugus fungsi C-O dari asam karboksilat terdeteksi pada bilangan gelombang 1050-1300 cm⁻¹. Pada daerah bilangan gelombang 1600-1700 terdapat gugus C=O (karbonil) yang tumpang tindih dengan gugus C=C aromatik.

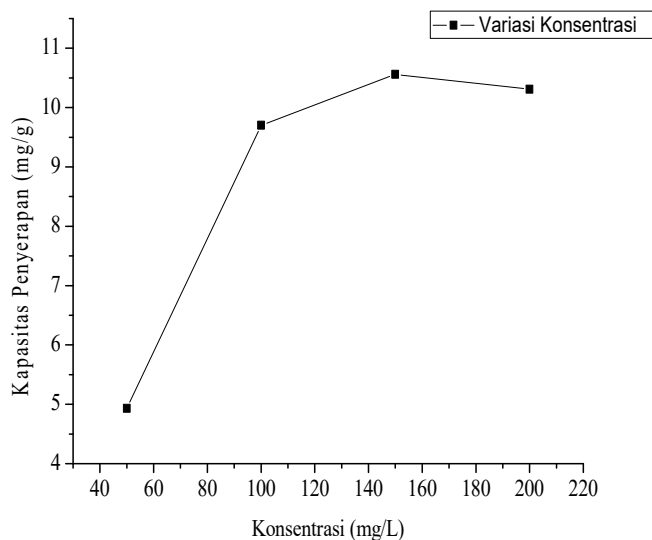
Pada karbon yang telah diaktivasi menggunakan HCl, terjadi peregangan gugus OH (hidroksil) yang menunjukkan terjadinya vibrasi ulur pada bilangan gelombang 3243,03 cm⁻¹ dengan nilai transmittan sebesar 11,81 % T. Gugus –CH mengalami peregangan sebesar 2946,19 cm⁻¹ dengan nilai transmittan sebesar 17,02 % T. Selanjutnya gugus C=O karbonil mengalami peregangan yang menunjukkan adanya vibrasi ulur pada bilangan gelombang 1691,02 cm⁻¹ dengan nilai

transmitan sebesar 23,1 %T. Gugus fungsi C=C aromatik mengalami peregangan sebesar 1403,70 cm⁻¹ dengan nilai transmitan 5,51 % T. Peregangan gugus C-O dari asam karboksilat muncul pada bilangan gelombang 1007 cm⁻¹ dengan nilai transmitan sebesar 27,48 % T.

Pada karbon aktif yang telah dikontakkan dengan *Malachite green* terjadi pergeseran beberapa bilangan gelombang. Peregangan puncak OH (hidroksil) mengalami vibrasi ulur pada bilangan gelombang menjadi 3354,99 cm⁻¹ dengan nilai transmitan 79,72 % T. Gugus -CH mengalami peregangan dengan pergeseran pita serapan sebesar 2976,74 cm⁻¹ dengan nilai transmitan sebesar 79,38 % T. Pada bilangan gelombang 1252,00 cm⁻¹ muncul puncak baru C-N yang menunjukkan adanya vibrasi ulur dari struktur *Malachite green* dengan nilai transmitan sebesar 53,54 % T. Selanjutnya, peregangan puncak C=O mengalami pergeseran bilangan gelombang sebesar 1688 cm⁻¹ dengan nilai transmitan sebesar 80,30 % T. Gugus C-O karboksilat mengalami pergeseran pita serapan sebesar 1333,75 cm⁻¹ dengan nilai transmitan sebesar 51,96 % T. Berdasarkan data yang didapatkan terjadi penurunan % T setelah karbon aktif dikontakkan dengan *Malachite green* yang menandakan telah terjadinya penyerapan zat warna *Malachite green* oleh karbon aktif.

B. Pengaruh Konsentrasi

Pada penentuan konsentrasi optimum dilakukan variasi konsentrasi dari 50, 100, 150 dan 200 ppm pada kondisi pH 5, dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 30 menit. Grafik hubungan konsentrasi dengan kapasitas penyerapan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi larutan *Malachite green* terhadap penyerapan adsorben karbon aktif

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa, ketika konsentrasi awal *Malachite green* dinaikkan dari 50 ppm hingga 150 ppm, kapasitas penyerapan mengalami peningkatan.

Keadaan optimum terjadi dengan kapasitas penyerapan sebesar 10,5610 mg/g pada konsentrasi 150 ppm. Peningkatan kapasitas penyerapan terjadi karena ion *Malachite green* yang terikat dengan sisi aktif adsorben karbon aktif bertambah banyak. Hal ini disebabkan jumlah ion yang teradsorpsi sebanding dengan banyak situs aktif yang tersedia pada permukaan zat yang menyerap[12]. Pada saat permukaan zat penyerap sudah jenuh, tampak pada konsentrasi 200 ppm, kapasitas penyerapan akan menurun.

Isoterm adsorpsi berfungsi untuk menjelaskan hubungan antara jumlah adsorbat dengan adsorben dan konsentrasi kesetimbangan pada temperatur tertentu. Dalam penelitian ini digunakan analisa dengan 2 jenis isoterm adsorpsi, dengan persamaan sebagai berikut.

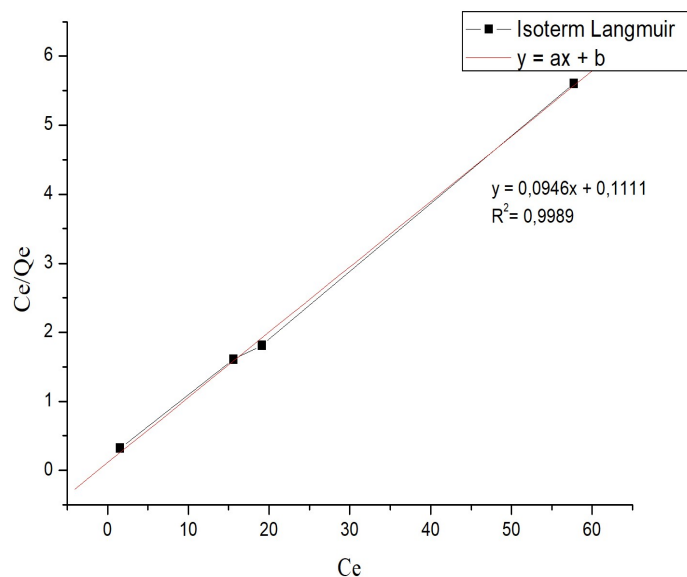
- Isoterm Langmuir

$$c_e / q_e = c_e / q_m + 1 / KI.q_m$$

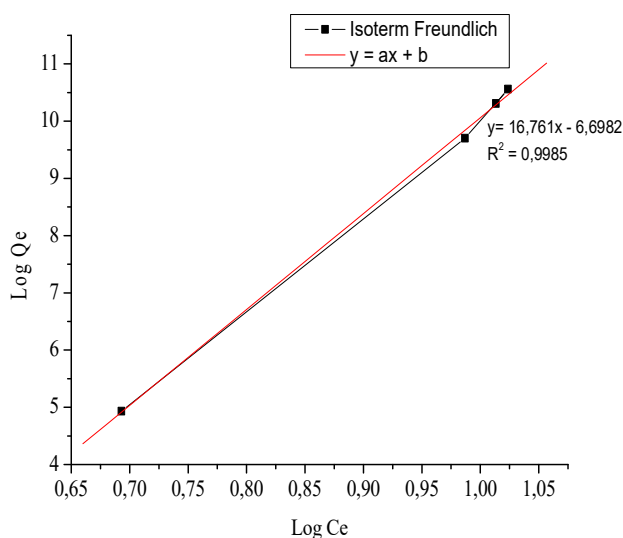
- Isoterm Freundlich

$$\log q_e = \log q_m + 1/n \log C_e$$

Dimana q_e : banyaknya zat yang mengalami adsorpsi per gram adsorben (mg/g), C_e : konsentrasi kesetimbangan, q_m :kapasitas serapan maksimum (mg/g), KI / n :konstanta.



Gambar 3 a. Isoterm Langmuir

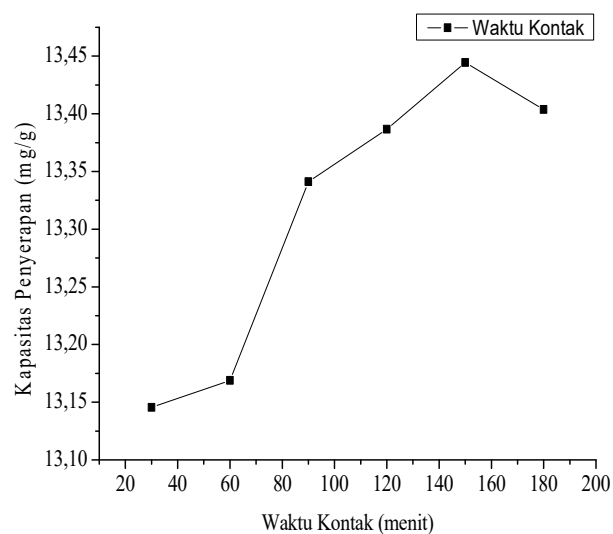


Gambar 3b. Isoterm Freundlich

Jadi, pada hasil persamaan Langmuir dan Freundlich didapatkan kesimpulan bahwa adsorpsi zat warna *Malachite green* mengikuti isoterm Langmuir dengan nilai koefisien determinan (R^2) sebesar 0,9989, karena nilai R^2 isoterm Langmuir lebih tinggi daripada nilai R^2 isoterm Freundlich. Pada isoterm langmuir terjadi penyerapan secara kimia, dimana terbentuknya lapisan tunggal (*monolayer*) pada permukaan adsorben karena terbentuknya ikatan kimia antara molekul terserap dengan pusat aktif penyerap [13].

C. Pengaruh waktu kontak

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah waktu kontak. Penentuan waktu kontak sangat ditentukan untuk mencapai kesetimbangan daya serap adsorbat terhadap adsorben. Optimasi waktu kontak dilakukan untuk menentukan banyaknya waktu hingga terjadinya kesetimbangan antara laju adsorpsi dan desorpsi [14]. Pada penelitian ini dilakukan beberapa variasi waktu kontak yang digunakan dari 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit dalam kondisi pH 5, konsentrasi 150 mg/L, kecepatan pengadukan 150 rpm dan ukuran partikel 150 μm dengan massa karbon aktif sebanyak 0,2 g. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi zat warna *Malachite green* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh waktu kontak

Kapasitas penyerapan optimum terjadi pada waktu 150 menit dengan kapasitas penyerapan sebesar 13,444 mg/g. Pada waktu kontak 180 menit terjadi penurunan kapasitas adsorpsi, hal ini disebabkan adsorben yang telah jenuh oleh ion zat warna, sehingga sisi aktif pada permukaan karbon aktif yang berikatan mulai melepaskan ion zat warna kembali ke dalam larutan, akibatnya penambahan waktu kontak tidak lagi meningkatkan penyerapan ion zat warna *Malachite green* [15].

IV. KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk penyerapan *Malachite green* menggunakan adsorben karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) adalah pada konsentrasi 150 ppm dan waktu kontak 150 menit dengan kapasitas penyerapan sebesar 9.2429 mg/g dan persentase penyerapan 97.9734%. Berdasarkan isoterm Langmuir kapasitas penyerapan maksimum *Malachite green* adalah 9.2429 mg/g dengan nilai $R^2 = 0,9989$.

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] Musafira, M., et al. (2019). "Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) Sebagai Biosorben Zat Warna Rhodamin B." *Kovalen: Jurnal Riset Kimia* 5(3): 308-314.
- [2] Sukmawati, P. and B. Utami (2014). *Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil Malachite green Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao*

- (Theobroma Cacao) Teraktivasi Hno₃. Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika Ke-4 2014, Sebelas Maret University.
- [3] Bello, O. S., et al. (2012). "Adsorptive features of banana (*Musa paradisiaca*) stalk-based activated carbon for Malachite greendye removal." *Chemistry and Ecology* **28**(2): 153-167.
- [4] Lu, Y. and S. Li (2019). "Preparation of hierarchically interconnected porous banana peel activated carbon for methylene blue adsorption." *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.* **34**(2):472-480.
- [5] Nasra, E. and D. Kurniawati (2017). *Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (Musa paradisiaca) Shell as Low-Cost Biosorbent*. Proceedings of ICoChEA (International Conference On Chemistry And Engineering In Agroindustry).
- [6] Nasra, E., et al. (2019). Biosorpsi Ion Zink (II) dari Larutan Berair menggunakan Kulit Pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai Low-cost Biosorbent. Talenta Conference Series: Science and Technology (ST).
- [7] 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
- [8] T. Ahmad and M. Danish, "Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review." *J. Environ. Manage.*, vol. 206, pp. 330–348, 2018.
- [9] S. Singh, N. Parveen, and H. Gupta, "Adsorptive decontamination of rhodamine-B from water using banana peel powder: a biosorbent," *Environ. Technol. Innov.*, 2018.
- [10] 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.
- [11] Munagapati, V. S., Yarramuthi, V., Kim, Y., Lee, K. M., & Kim, D. S. (2018). *Removal of anionic dyes (Reactive Black 5 and Congo Red) from aqueous solutions using Banana Peel Powder as an adsorbent*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 601–607
- [12] Chergui, A, Bakhti, M.Z, Chahboub, A., Haddoum, S., Selatnia, A., and Junter, G.A. 2007. *Simultaneous Biosorption of Cu²⁺, Zn²⁺ and Cr⁶⁺ from Aqueous Solution by Streptomyces rimosus Biomass*. *Desalination*. 206, 179- 184.
- [13] Chi, T.D., Trang, D.T., and Minh, T. Le. 2017. *The Removal of Pb (II) and Cr(VI) from Aqueous Solution by Longan Skin Adsorbent*. *Int. J. Innov. Stud. Sci.Eng. Technol.* 3:12, 9–15.
- [14] Falahiya. (2015). *Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu dari Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat*. Malang: Universitas Islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang
- [15] Saefudin, T.P., dan Kusnadi. 2000. *Pengaruh pH dan Waktu Kontak Terhadap Biosorpsi Logam Zn Oleh Biomassa Aspergillus niger Van Tinenghem Pada Larutan Limbah Pertambangan Nikel*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.