

Pengaruh pH dan Ukuran Partikel Terhadap Penyerapan Fenol Menggunakan Biosorben Dari Kulit Langsung (*Lansium domesticum*)

Sutan M Razali, Desy Kurniawati*, Edi Nasra, Miftahul Khair

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof.Dr.Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. (0751)7057420

*desy.chem@gmail.com

Abstract—Malachite green dye is one of the harmful dyes produced from various textile industry wastes and needs to reduce by the presence of the waste. The biosorption method is one of the alternative methods used to remove the concentration of malachite green. Biosorption using langsung peel biosorbent proved to be able to absorb malachite green dye. The skin of the langsung is cleaned and then cut into small pieces and dried at room temperature. The dried langsung skin was mashed with a blender and sieved with sieves of 150, 180, 250, 355, and 425 μ m. Furthermore, 20 grams of langsung skin with each particle size were activated with 0.1 M HNO_3 , then washed with distilled water until neutral, then dried again. In this study using the coloum method by varying the pH of the MG solution and particle size of the biosorbent. In this research, spectronics were used to measure the concentration of the solution and analyze the functional groups on langsung peel before activation, after activation, and after contact using FTIR. Based on the results of the study, it was found that the optimum conditions for each variation were at solution pH 5 with an adsorption rate of 4.962 mg/g and particle size of biosorbent 106 μ m with an adsorption rate of 15.376 mg/g.

Keywords: biosorption, malachite green, langsung peel, coloum method

I. PENDAHULUAN

Zat warna sintetis merupakan pewarna yang banyak digunakan di berbagai industri seperti tekstil, kertas, peralatan kantor dan kosmetik. Penggunaan zat warna sintetis menyebabkan dihasilkannya limbah cair yang dapat mencemari lingkungan. Sekitar 15-20% zat warna yang digunakan akan tersisa pada air buangan yang pada akhirnya akan masuk ke dalam lingkungan sekitarnya [1]. Adanya zat warna pada limbah sangat berbahaya bagi lingkungan karena bersifat toksik, mutagenik dan karsinogenik [2]. Limbah zat warna juga mencegah penetrasi cahaya yang dapat mengurangi aktivitas fotosintesis di perairan dan mengganggu keseimbangan akuatik [3].

Salah satu zat warna sintetis yang sering digunakan adalah *Malachite Green*. *Malachite Green* merupakan zat warna kationik yang umumnya digunakan dalam pewarnaan katun, wol, sutera, kertas, biosida pada industri akuakultur dan untuk mengobati infeksi jamur dan bakteri pada kulit ikan karena efisiensinya sangat tinggi dalam disinfeksi [4]. Limbah cair zat warna *Malachite Green* dapat menyebabkan iritasi sistem pencernaan pada manusia apabila mengkonsumsi ikan yang terkontaminasi oleh zat tersebut. Zat warna *Malachite Green* juga diketahui sangat beracun terhadap sel mamalia dan berpotensi menyebabkan tumor [5].

Terkait bahaya yang ditimbulkan oleh limbah cair zat warna ini, perlu dilakukan suatu upaya untuk menghilangkan zat warna *Malachite Green* dari air limbah salah satunya adalah metoda adsorpsi. , metode adsorpsi ini memiliki

keunggulan seperti biaya yang murah, efisiensi tinggi, minimnya penggunaan bahan kimia, dan mudah diaplikasikan [6]

Metode adsorpsi telah berkembang setiap tahunnya, [7] menggunakan kulit langsung dalam mengadsorpsi malachite green dengan metoda batch. [8] menggunakan kulit pisang kepok untuk penyerap malachite green. Pemanfaatan kulit langsung sebagai penyerap zat warna methil orange juga telah dilakukan [9]

Salah satu limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan dan berpotensi menjadi biosorben adalah limbah kulit langsung. Kulit buah langsung banyak mengandung senyawa terpenoid, flavonoid, dan saponin. Di dalam senyawa terpenoid terdapat asam langsung dan asam lansiolat. Senyawa tersebut yang dapat menyerap zat warna dalam larutan berair. Gugus fungsional yang terdapat pada komponen senyawa tersebut seperti: N-H, O-H, C=O dan COOH [10]

Kulit langsung merupakan salah satu sumber bahan organik dan didalamnya terdapat beberapa golongan senyawa seperti terpenoid, flavonoid dan saponin yang mengandung gugua fungsi yang dapat menyerap zat warna.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan gelas, kolom, pH meter (HI2211), neraca analitik (ABS 220-4), *magnetic stirrer* (MR Hei Standard), lumpang dan alu, botol semprot, ayakan (BS410). Instrument yang digunakan adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) tipe perkin elmer universal ATL Sampling Accesors 735 B dan Spektrometri 21. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit langsung, larutan zat warna *Malachite Green* 1000 mg/L, aquades, HNO₃ (0,1 dan 0,01) M, NaOH 0,1 M..

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan Induk *Malachite Green* 1000 mg/L

Menimbang ± 0,25 g *Malachite Green* dilarutkan dengan aquades dalam gelas kimia, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas lalu dihomogenkan

2. Pembuatan Larutan HNO₃ 0,1 M

Sebanyak 50 mL aquades dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian menambahkan 0,7 mL HNO₃

65% lalu ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.

3. Preparasi Sampel Kulit Langsung

Kulit langsung dibersihkan dari kotoran dan dipisahkan dari daging buahnya, lalu dipotong kecil-kecil, serta dikeringkan pada suhu ruang. Kulit langsung yang telah kering dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan ukuran 150, 180, 250, 355 dan 425 µm. Selanjutnya, sebanyak 20 gram kulit langsung dengan masing-masing ukuran partikel diaktivasi dengan HNO₃ 0,1 M, kemudian dicuci dengan aquades sampai netral, kemudian dikeringkan kembali [11].

4. Karakterisasi menggunakan FT-IR

Gugus fungsi pada biosorben dilihat menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR, Nicolet 5700, USA).

5. Mencari (λ) maksimum penyerapan zat warna *Malachite Green*

Disiapkan larutan zat warna *Malachite Green* 10, 20, 50 mg/L, diukur dengan spektrometri 21 dengan panjang gelombang 400 - 800 nm dan didapatkan panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum digunakan untuk penentuan adsorbansi pada uji selanjutnya.

6. Penentuan pH Optimum

Larutan *Malachite Green* 100 mg/L dan aquades diatur pada variasi 2,3,4,5,6 dan 7. Kemudian 0,025 g kapas dan 0,2 g kulit langsung ukuran 150 µm dibilas dengan aquades yang telah diatur pH nya. Kapas dan kulit langsung tersebut dimasukkan ke dalam kolom dan kolom dibilas dengan aquades hingga tidak ada sampel yang menempel pada dinding kolom. Lalu 10 ml larutan *Malachite Green* sesuai variasi pH dialirkan ke dalam kolom melewati sampel. Tampung filtrat dengan botol vial dan ukur absorbansinya menggunakan spektrometri 21.

7. Penentuan Ukuran Partikel optimum

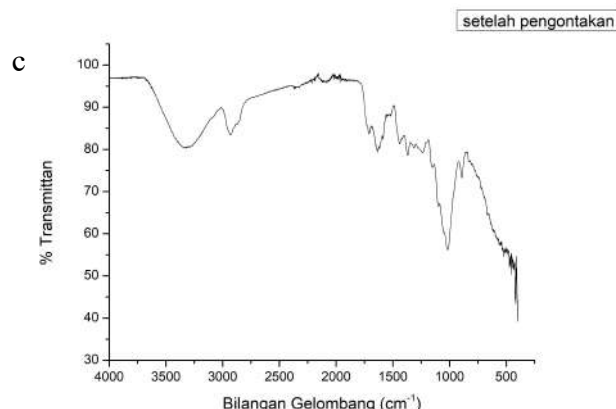
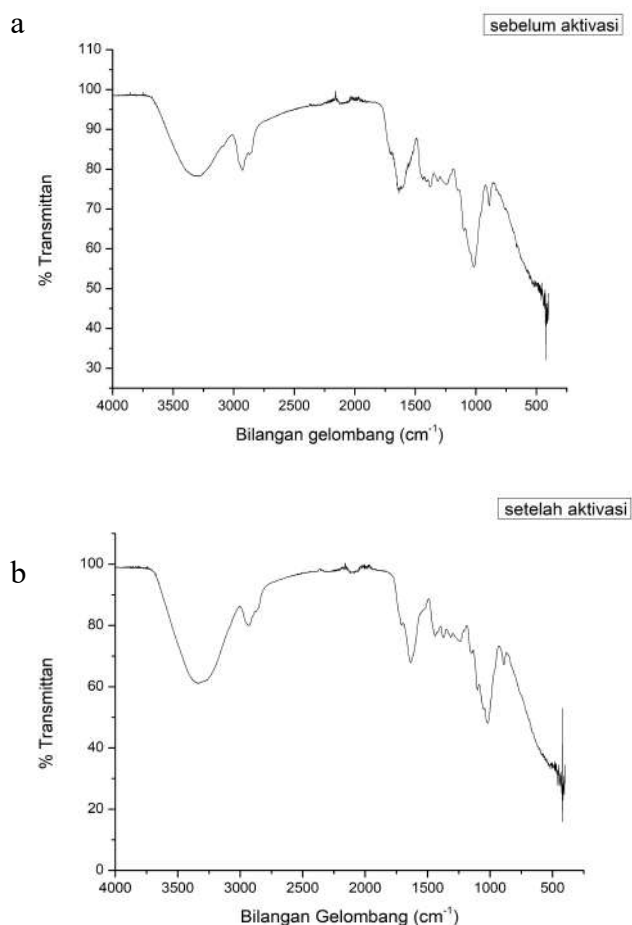
Larutan *Malachite Green* konsentrasi optimum dan aquades diatur pada pH optimum. Kemudian 0,025 g kapas dan 0,2 g kulit langsung ukuran 180,250,355 dan 425 µm dibilas dengan aquades yang telah diatur pH nya. Kapas dan kulit langsung tersebut dimasukkan ke dalam kolom dan kolom dibilas dengan aquades hingga tidak ada sampel yang menempel pada dinding kolom.

Lalu 10 ml larutan *Malachite Green* dialirkan ke dalam kolom melewati sampel. Tampung filtrat dengan botol vial dan ukur absorbansinya menggunakan spektrometri

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi FT-IR

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk menganalisis gugus fungsi yang terdapat pada kulit langsung (*Lansium domesticum*). Pada penelitian ini diukur pada bilangan gelombang 4000-600 cm^{-1} . Pengujian terhadap biosorben kulit langsung (*Lansium domesticum*) sebelum diaktivasi, telah diaktivasi dengan HNO_3 dan setelah dikontakkan dengan zat warna *malachite green* diuji untuk mengetahui gugus fungsi yang berinteraksi dengan zat warna *malachite green*, kemudian untuk melihat ada atau tidaknya proses biosorpsi berdasarkan pergeseran bilangan gelombang dari masing-masing spektrum. Adapun data analisis instrumen terhadap sampel kulit kelengkeng, biosorben kulit kelengkeng, dan biosorben setelah pengontakkan dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kulit Langsung (a) sebelum diaktivasi, (b) setelah diaktivasi, (c) setelah dikontakkan dengan *malachite green*

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat terjadinya pergeseran bilangan gelombang pada kulit langsung sebelum diaktivasi, kulit langsung setelah diaktivasi, dan setelah dikontakkan dengan *malachite green*. Dapat dilihat pada tabel 1

TABEL 1
PERGESERAN BILANGAN GELOMBANG

	Sebelum aktivasi	Setelah Aktivasi	Setelah Pengamatan
O-H	3309,90	3329,19	3326,30
C-H	2927,03	2928,96	2929,92
C=O	1623,13	1634,70	1634,70

Pada gambar 1 (a) dapat dilihat bahwa kulit langsung sebelum dikativasi terdapat gugus hidroksil ($-\text{OH}$) yang muncul pada bilangan gelombang 3309,90 cm^{-1} dengan transmittan sebesar 78,30 % T. Pada bilangan gelombang tersebut menunjukkan bahwa keberadaan gugus hidroksil bebas dari senyawa polimerik, hal ini sesuai dengan rentang untuk gugus hidroksil antara 3600-2800 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 2927,03 cm^{-1} mengindikasikan vibrasi ulur dimana terdapat peregangan *peak* $-\text{CH}$ dengan nilai transmittan sebesar 79,76 % T dalam rentang bilangan gelombang 2800-300 cm^{-1} . Bilangan gelombang 1623,13 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur $-\text{C}=\text{O}$ (karbonil) dengan nilai transmittan 75,09 % T [8]

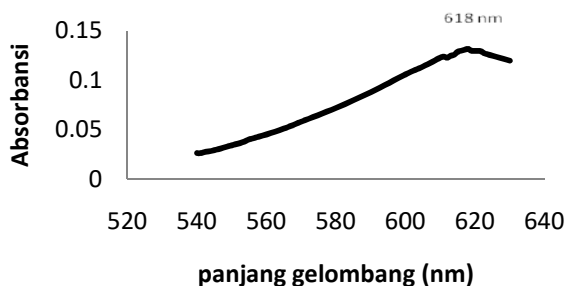
Proses aktivasi pada biosorben menyebabkan adanya perubahan pada gugus-gugus fungsi yaitu terjadinya pergeseran bilangan gelombang. Pada saat proses aktivasi memungkinkan sebagian senyawa yang terkandung dalam kulit langsung terurai sehingga menyebabkan terjadinya

perubahan bilangan gelombang, kemudian juga terjadi vibrasi yang menyebabkan terjadinya perubahan ikatan. Pada biosorben kulit langsung yang telah diaktivasi menggunakan HNO₃, terjadi peregangannya puncak hidroksil -OH yang menunjukkan vibrasi ulur pada bilangan gelombang 3329, 19 cm⁻¹ dengan nilai transmittansi 61,13 % T. Pergeseran *peak* -CH pada bilangan gelombang 2928, 96 cm⁻¹ dengan nilai transmittansi 79,93 % T. Selanjutnya pergeseran pada gugus fungsi -C=O (karbonil) yang menyebabkan terjadinya perubahan bilangan gelombang pada 1634,70 cm⁻¹ dengan nilai transmittansi 67,79 % T.

Biosorben yang telah dikontakkan dengan malachite green terdapat pergeseran bilangan gelombang. Pada puncak hidroksil -OH menunjukkan vibrasi *broad* pada bilangan gelombang 3326,30 cm⁻¹ dengan nilai transmittansi 80,35 % T. Peregangannya -CH yang terjadi pergeseran puncak serapan pada bilangan gelombang 2929,92 cm⁻¹ dengan nilai transmittansi yang didapatkan sebesar 83,44 % T. Selanjutnya pergeseran pada puncak C=O pada bilangan gelombang 1634,70 cm⁻¹ dengan nilai transmittansi yang didapatkan sebesar 79,32 % T. Pergeseran puncak pada masing-masing pita serapan menunjukkan adanya interaksi antara zat warna malachite green dengan situs aktif pada biosorben kulit langsung. Interaksi yang terjadi tidak hanya dapat dilihat melalui pergeseran puncak yang terjadi tetapi juga dapat diamati melalui intensitas setiap puncak [12]

B. Penentuan panjang gelombang maksimum malachite green

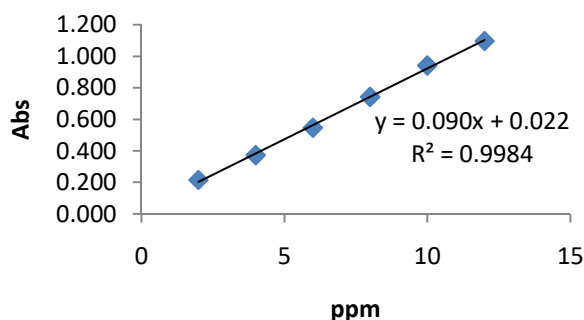
Panjang gelombang maksimum ditentukan untuk mengetahui daerah serapan yang dihasilkan dari larutan malachite green menggunakan Spektrometri UV-Vis. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan spektrometri UV-Vis pada rentang panjang gelombang 540 nm-630 nm didapat serapan maksimum pada panjang gelombang 618 nm. Hasil yang didapat sama dengan panjang gelombang maksimum malachite green teoritis. Kurva panjang gelombang maksimum malachite green dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva panjang gelombang maksimum malachite green

Kurva standar dibuat dengan menghubungkan grafik

konsentrasi larutan standar (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y) yang dapat dilihat pada gambar 3

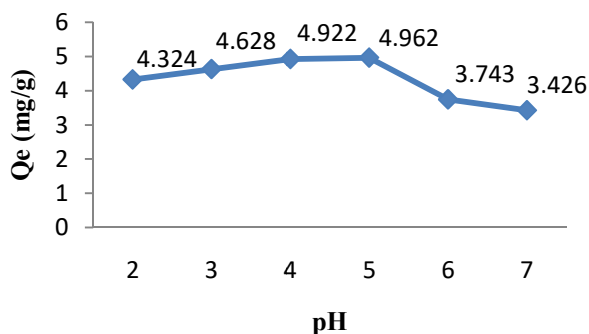


Gambar 3. Kurva standar larutan zat warna malachite green

Kurva standar yang didapat memenuhi Hukum Lambert-Beer, yaitu jika konsentrasi bertambah maka jumlah molekul yang dilalui seberkas sinar akan bertambah, sehingga serapan yang terjadi juga akan bertambah. Hal ini sama dengan hasil kurva standar, semakin besar konsentrasi maka absorbansi larutan malachite green yang didapat semakin bertambah. Persamaan linear yang didapat $y = 0,090x + 0,022$ dan nilai $R^2 = 0,9984$. Kurva standar dapat digunakan karena nilai R^2 memenuhi syarat yaitu $\geq 0,98$ [13].

C. Penentuan pH Optimum

pH merupakan parameter yang sangat mempengaruhi kemampuan penyerapan. Dimana tidak hanya mempengaruhi permukaan biosorben tetapi juga tingkat ionisasi dari molekul didalam larutan. Penyerapan zat warna malachite green dilakukan pada variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 dengan konsentrasi larutan 100 mg/L



Gambar 3. Pengaruh pH terhadap penyerapan malachite green oleh biosorben kulit langsung

Dari gambar 3 didapatkan bahwa penyerapan maksimum zat warna malachite green terjadi pada pH 5 dengan penyerapan sebesar 4.962mg/g. Pada pH 2 penyerapan zat warna sebesar 4.324 mg/g. Hal ini karena

pada pH rendah, permukaan biosorben secara keseluruhan menjadi bermuatan positif karena terjadinya protonasi gugus-gugus fungsional seperti karbonil dan hidroksil. Pada pH 2 ion H^+ dari HNO_3 pada larutan lebih banyak sehingga ion zat warna (N^+) akan berkompetisi dengan proton untuk menempati pusat aktif tersebut, akibatnya sedikit zat warna yang terserap [14]. Terjadi kenaikan kapasitas adsorpsi ada pH 3 dan 4 kapasitas adsorpsi yang terjadi sebesar 4.628 mg/g dan 4.992 mg/g. Lalu setelah pH optimum terjadi penurunan kapasitas adsorpsi yang terjadi pada pH 6 dan 7 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3.753 mg/g dan 3.426 mg/g.

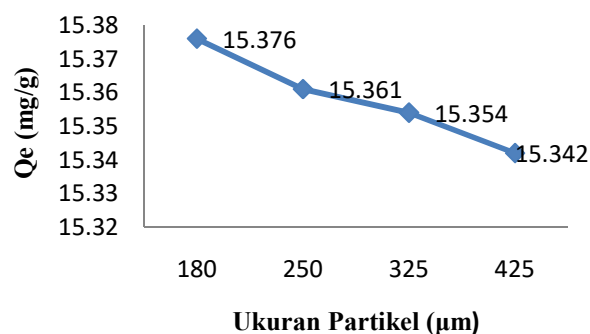
Pengaruh pH pada saat penghilangan MG (senyawa organik kompleks) diindustri tekstil. Diketahui bahwa pH awal larutan dapat mempengaruhi derajat ionisasi zat warna MG. Permukaan biosorben terdiri dari makromolekul dengan gugus fungsi, seperti: karbonil, karboksil, hidroksil yang dapat berinteraksi dengan zat warna. pH awal mempengaruhi stabilitas struktural MG dan intensitas warnanya. Dalam penelitian diamati intensitas warna berkurang secara bertahap ketika pH meningkat dengan penambahan basa, kemudian intensitas warna pada pH kecil dari 2 menjadi kekuning-kuningan. Hal ini mungkin disebabkan oleh perubahan struktur MG akibat penambahan basa dan asam untuk mengatur pH. Malachite green adalah zat warna kationik yang memiliki ($pK_a=6.9$) sehingga terprotonasi dalam medium asam dan terdeprotonasi pada medium basa.

Pada pH titik isoelektrik keberadaan MG sebagian besar dalam bentuk molekulnya (bermuatan nol), sedangkan selain pada titik isoelektrik keberadaannya cenderung terpisah (terdisosiasi), menjadi ion-ionnya. Struktur MG bergantung pada kondisi pH, selain dapat bentuk ionik MG juga bisa dalam bentuk karbinol/pseudobase (non ionik) yang mudah berubah satu sama lain tergantung pada pH larutan. Pada pH yang lebih tinggi hidroksilisasi pada C tersier yang berlangsung membentuk karbinol yang memiliki stuktur non-quinoid (tidak berwarna). Dengan demikian pada pH diatas titik isoelektrik penyerapan menurun dari pH 4-7 karena konsentrasi MG (ionik) berkurang saat kenaikan pH, sehingga semakin tinggi pH penyerapan MG oleh biosorben juga berkurang.

D. Penentuan ukuran partikel adsorben optimum

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas penyerapan pada proses biosorpsi. Kapasitas serapan akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel biosorben. Semakin kecil ukuran partikel semakin luas permukaan biosorben, sehingga jumlah biosorbat yang terserap juga akan lebih banyak [15] Jika ukuran biosorben yang digunakan semakin besar dapat

menyebabkan penurunan luas permukaan biosorben. Pengaruh ukuran partikel terhadap kapasitas serapan dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4 Pengaruh ukuran partikel adsorben terhadap penyerapan malachite green oleh biosorben kulit langsung

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kapasitas serapan dari ukuran partikel biosorben 180 hingga 425 μm . Terjadi penyerapan optimum pada ukuran partikel 180 μm dengan besar serapan 15.376 mg/g, kemudian terus terjadi penurunan kapasitas adsorpsi berturut-turut sebesar 15.361 mg/g, 15.354 mg/g, dan 15.342 mg/g. Perubahan ukuran partikel biosorben sedikit mempengaruhi daya serap biosorben. Perbedaan daya serap biosorben (180, 250, 325, 425) μm hanya sedikit dengan kecenderungan besarnya kapasitas yang semakin menurun. Ukuran partikel yang kecil memiliki luas permukaan yang luas sehingga sisi aktif biosorben yang berinteraksi dengan ion zat warna semakin banyak [16]. Perbedaan yang relatif kecil dikarenakan metode kontak yang digunakan adalah sistem kolom, dimana biosorben dengan ukuran yang kecil memiliki kerapatan yang besar, sehingga kemampuan adsorben dalam menyerap zat warna akan mempengaruhi besar serapan biosorben terhadap zat warna.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kulit langsung (*Lancium domesticum*) dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk penyerapan zat warna *malachite green* didalam larutan dengan pH optimum pada pH 5 seta ukuran partikel adsorben optimum sebesar 180 μm .

DAFTAR RUJUKAN

- Chatterjee, D. *Et al.* 2007. *Kinetics of The Decoloration of Reactive Dyes Over Visible Light Irradiated TiO2 Semiconductor Photocatalyst.* Journal of Hazardous Materials. 156 : 435-441.
- Soni, M., Sharma, A. K., Srivastava, J. K. & Yadav, J. S. 2012. *Adsorptive Removal of Methylene Blue Dye from an Aqueous Solution Using Water Hyacinth Root Powder*

3. Shakoor, S. & Nasar, A. 2016. *Removal o methylene blue dye from artificially contaminated water using citrus limetta peel waste as a very low cost adsorbent*. J. Taiwan Inst. Chem. Eng
4. Shivaji, S., R. Sinha, D. Roy. 2004. *Toxicological Effects of Malachite Green, Review of Toxicology Elsevier*. 66 : 319-329
5. Bulut, E., Ozacar, M., Sengil, I. A. 2008. *Adsorption of Malachite Green Onto Bentonite, Equilibrium Kinetic Studies and Process Design*. J. Microporous and Mesoporous Material Turkey. 115 : 234-246.
6. Mohammed SA, Najib NWAZ, Muniandi V. 2012. *Durian rind as a low cost adsorbent*. Int J Civ
7. Putri, A.H. 2021. Optimasi Penyerapan Malachite Green menggunakan Biosorben Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) dengan Metode Batch. Jurnal Periodik Unp.
8. Silvia, R. (2020). Utilization of Lansat Peel (*Lansium domesticum*) as Methylene Blue Biosorbent. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 3(3), 669–672.
9. Tarmizi, F., & Kurniawati, D. (2020). The Use of Lansat Skin (*Lansium domesticum*) in the Biosorption of Methyl Orange. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 3(3), 624–628.
10. Mirnawaty, Supriadi, & Jaya, B. (2012). Uji efektifitas Ekstrak Kulit lansat (*Lansium domesticum*) Sebagai Anti Nyamuk elektrik terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Akademika Kimia*.
11. Kurniawati, D., Lestari, I., Sy, S., Harmiwati, Aziz, H., Chaidir, Z., & Zein, R. (2019). Effect of Cadmium in Biosorption of Lead by Lengkek Seed and Shell (*Euphoria logan lour*). *Journal of Chemical Natural Resources*.
12. Chaidir. (2015). Biosorption of Malachite green from aqueous solution by dry cells of *Bacillus cereus* M 116 (MTCC 5521). *Biochemical Pharmacology*, 3(1), 386–394. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.12.022>
13. Sukmawati, P., Utami, B., Studi, P., Kimia, P., Mipa, J. P., Keguruan, F., Ir, J., No, S., & Surakarta, K. (2014). Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil Malachite Green Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*) Terkativasi HNO₃). *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*.
14. Arellano-Cárdenas, S., López-Cortez, S., Cornejo-Mazón, M., & Mares-Gutiérrez, J. C. (2013). Study of malachite green adsorption by organically modified clay using a batch method. *Applied Surface Science*. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.04.097>
15. Irawati (2018). Biosorpsi Ion Logam Berat Cu(II) dan Cr(VI) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi Terxanthasi. *Alotrop, Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*.
16. Kara, S., Aydiner, C., Demirbas, E., Kobya, M., & Dizge, N. (2007). Modeling the effects of adsorbent dose and particle size on the adsorption of reactive textile dyes by fly ash. *Desalination*, 212, 282–