

Optimasi Penyerapan Malachite Green Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode Batch

Dwi Hartati¹, Desy Kurniawati^{*2}, Edi Nasra³

^{1,2,3}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

Jln.Prof. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat Indonesia,25131

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

Abstract —This study aims to determine the optimum conditions for absorption of *malachite green* dye waste using matoa fruit peel biosorbent (*Pometia pinnata*) using a batch method with variations in particle size and contact time which will be tested with UV-Vis spectrophotometer instruments. Before being used as a biosorbent, matoa skin was activated first using 0.01 M HNO₃. Activation of the biosorbent was carried out to improve the performance of the biosorbent because activation can enlarge the pores and volume of the biosorbent as well as the impurities contained in the biosorbent. The results showed that the optimum conditions for variations in particle size were 106 µm with an absorption capacity of 44.08 mg/g and a contact time of 90 minutes with an absorption capacity of 46.67 mg/g.

Keywords :Biosorption, Malachite Green, *Pometia pinnata*, Batch method

I. PENDAHULUAN

Zat warna memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia, terutama dibidang industri, seperti industri tekstil. Industri tekstil merupakan salah satu industri yang banyak menggunakan zat warna dalam produksinya. Zat warna yang sering digunakan adalah zat warna hasil proses sintetik yang memiliki keunggulan lebih dari zat warna alami. Salah satu keunggulannya adalah intensitas warna yang dihasilkan cukup bagus dengan penggunaan zat warna yang tidak terlalu banyak, warnanya bersifat permanen, harganya murah dan mudah didapatkan. Zat warna yang umum digunakan seperti : *malachite green*, *methylene blue*, *rhodamin b*, *methyl orange* dan zat warna lainnya [1].

Disamping keunggulan dari penggunaannya, zat warna sintetik ini juga memberikan dampak negative terhadap lingkungan karena dapat mencemari lingkungan sekitar. Hal ini disebabkan karena tidak semua partikel zat warna terserap secara sempurna pada substrat, dan partikel zat warna yang tidak terserap ini akan larut didalam air dan ikut terbuang ke lingkungan perairan yang akan menjadi limbah. Limbah zat warna yang dihasilkan pada proses industri adalah senyawa organik non-biodegradable, menghasilkan warna pekat, dan termasuk ke dalam kompleks aromatik yang sulit didegradasi [2].

Malachite green adalah zat warna dasar yang banyak dimanfaatkan dalam bidang industri. Limbah cair zat warna *malachite green* juga memberi pengaruh terhadap lingkungan, karena sifat fisik maupun kimia limbah mampu memberikan dampak negatif di lingkungan perairan.

Limbah zat warna *malachite green* sukar terurai, bersifat resisten, senyawa organik *non-biodegradable*, dan toksik [3]. *Malachite green* pada makhluk hidup bisa berpengaruh terhadap system kekebalan tubuh, reproduksi, karsinogenik dan juga gemotoksik [4].

Limbah cair zat warna yang dihasilkan dari proses industri harus diolah sebelum di alirkan ke lingkungan perairan. Karena 10 % sampai dengan 15 % zat warna sisa hasil produksi atau yang telah di gunakan tidak bisa dipakai kembali dan memang harus dibuang [5]. Ada beberapa cara yang biasa digunakan pada proses penghilangan zat warna di perairan atau limbah yaitu nanofiltrasi, koagulasi, electrocoagulation, presipitasi, oksidasi kimia, photo oksidasi, ozonasi, liquid-liquid extraction, supported liquid membrane, electrochemical oxidation[6]. Akan tetapi, proses tersebut menunjukkan ke tidakefektivitasan dikarenakan banyaknya bahan kimia yang digunakan, energi listrik dibutuhkan tinggi, prosesnya tidak mudah, biayanya yang tinggi dan prosesnya menghasilkan material baru berupa lumpur yang membutuhkan penanganan kembali [7]. Sedangkan penanganan kasus penurunan kadar zat warna dengan proses biodegradasi, ada beberapa kendala yaitu terdapat gugus aromatik stabil sehingga dapat menghambat proses degradasi [8].

Proses penanganan limbah zat warna yang sekarang sedang berkembang salah satunya adalah adsorpsi. Proses ini memanfaatkan adsorben sebagai penyerap dari zat kontaminan atau pencemar seperti zat warna, ion logam dan polutan lainnya dari limbah cair industri [7]. Adsorpsi adalah proses penanganan limbah yang lebih efisien dan lebih sering digunakan dalam penurunan kadar dari zat

warna. Dengan menggunakan Proses adsorpsi dapat dihasilkan penurunan kadar zat warna yang cukup tinggi dan biaya yang digunakan terjangkau, prosesnya sederhana, dan juga mudah dalam penggunaan dan dapat diaplikasikan meski dalam skala yang kecil [8]. Proses adsorpsi ini dilakukan dengan cara, adsorben dimasukkan kedalam air dan limbah yang terdapat didalamnya akan diserap baik dipermukaan atau di dalam adsorben itu sendiri. [4].

Biosorpsi dengan metode batch yaitu mempelajari kondisi optimum dari adsorben yang digunakan [9]. Dalam proses biosorpsi dengan metode batch juga digunakan untuk menghilangkan polutan adsorptif seperti logam ionik atau pewarna, faktor penting termasuk pH larutan, suhu, kekuatan ionik, konsentrasi polutan awal, dosis biosorben, ukuran biosorben, kecepatan agitasi, dan juga keberadaan polutan lainnya [10].

Matoa (*Pometia pinnata*) merupakan salah satu dari family *Sapindaceae* yang banyak ditemukan didaerah tropis termasuk diantaranya Indonesia. Matoa banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan tradisional karena diketahui matoa mengandung senyawa saponin, flavonoid dan tannin [11].

Penelitian yang dilakukan oleh [12] menyatakan bahwa kulit buah matoa mengandung flavonoid, saponin dan tannin. Selain itu berdasarkan hasil uji kuantitatif kulit buah matoa mengandung 50,4 % α -selulosa, air 9,28 %, lignin 28,24%, abu 4,21 % dan material lainnya sebanyak 7,67 % [13]. Berdasarkan uraian tersebut, kulit buah matoa belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan hanya menjadi limbah serta belum banyak penelitian yang menggunakan kulit matoa.

Alasan digunakan kulit buah, karena kulit buah sendiri mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki gugus fungsional sehingga dapat membentuk ligan dengan zat warna [14]. Pada penelitian ini digunakan instrumen Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur adsorben dari zat warna sebelum dan setelah dikontakkan dengan biosorben sehingga dapat diketahui konsentrasi dari larutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan keadaan optimum dari parameter yang digunakan dan juga menentukan kapasitas serapan dari kulit matoa terhadap *malachite green* dengan metode batch. Oleh karena itu, kulit buah matoa sebagai biosorben pada zat warna *malachite green* diharapkan mampu memberikan kapasitas serapan yang lebih besar.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu peralatan gelas, Shaker (model : VRN-480), pH meter (HI2211), magnetic stirer (MR Hei Standard), neraca analitik (ABS 220-4), kertas saring, lumpang dan alu, oven, botol semprot, ayakan (BS410). Instrumen yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Vis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit matoa, Aquades, Larutan Malachite green 1000 mg/L, Larutan NaOH 0,1 M, dan Asam nitrat p.a.

B. Preparasi Sampel Biosorben Kulit Matoa

Kulit matoa dibersihkan, dipotong, dicuci dengan air, dan dikeringkan selama \pm 3 bulan menggunakan sinar matahari tidak secara langsung. Selanjutnya sampel dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ukuran ayakan 106, 150, 250 dan 425 μ m. Selanjutnya sebanyak 20 gram diaktivasi menggunakan HNO_3 0.01 M selama 2 jam, kemudian di cuci menggunakan aquades hingga mencapai pH netral dan terakhir di keringkan dengan cara dianginkan.

C. Perlakuan dengan Metode Batch

1. Pengaruh Ukuran partikel

Kulit matoa sebanyak 0,2 gram dengan variasi ukuran partikel 106 μ m, 150 μ m, 250 μ m, dan 425 μ m dikontakkan dengan 25 ml larutan *malachite green* dengan pH 3 dan konsentrasi 450 ppm, selanjutnya masing-masing larutan dikontakkan dengan sistem *batch*, dan di-*shaker* dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Kemudian saring larutan dan ditampung filtratnya kemudian diukur dengan spektrofotometer UV-Vis

2. Pengaruh Waktu Kontak

Kulit matoa sebanyak 0,2 gram dikontakkan dengan 25 ml *malachite green* sebanyak pada pH 3, konsentrasi 450 ppm dan ukuran optimum. Selanjutnya masing-masing larutan dikontakkan dengan sistem *batch*, larutan di-*shaker* pada kecepatan 200 rpm dengan waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit. Selanjutnya larutan disaring dan ditampung filtratnya dan diukur dengan spektrofotometer UV- Vis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kulit Matoa

Tahap pertama yang dilakukan adalah preparasi sampel. Proses preparasi sampel kulit matoa dilakukan secara bertahap, tahapan pertama pengeringan sampel kulit matoa. Proses ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada sampel sehingga sampel lebih mudah dihaluskan dan tidak menggumpal. Cara yang dilakukan untuk mengeringkan kulit matoa yaitu dengan cara diangin-anginkan dengan tujuan untuk mencegah hilangnya senyawa organik pada sampel. Berikut gambar kulit matoa yang sudah dikeringkan dengan cara dianginkan.



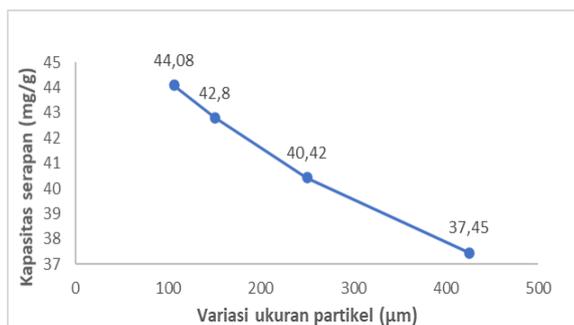
Gambar 1. Kulit matoa (*Pometia pinnata*) yang telah dikeringkan.

Tahapan kedua yaitu perajangan atau penghalusan untuk memperkecil ukuran dari partikel biosorben. Ukuran partikel biosorben dapat meningkatkan daya adsorpsi, karena semakin kecil ukuran biosorben maka semakin besar pula luas permukaannya. Tahapan ketiga yaitu aktivasi, proses aktivasi ini dilakukan secara kimia dengan menggunakan reagen asam berupa larutan HNO_3 0,01 M. Proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar diameter pori dan volume biosorben juga menghilangkan pengotor yang terdapat pada permukaan biosorben [15].

B. Perlakuan Metode Batch

1. Variasi Ukuran Partikel

Ukuran partikel cukup berpengaruh terhadap nilai kapasitas serapan pada proses biosorpsi. Kapasitas serapan akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran dari biosorben dan jumlah biosorbat terserap lebih banyak [16]. Jika ukuran biosorben yang digunakan semakin besar dapat menyebabkan penurunan dari luas permukaan biosorben juga menyebabkan penurunan dari kapasitas serapan biosorben. Pengaruh ukuran partikel terhadap kapasitas serapan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Pengaruh ukuran partikel terhadap penyerapan zat warna *malachite green* menggunakan kulit matoa (*Pometia pinnata*).

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kapasitas serapan zat warna dari ukuran partikel biosorben 106 hingga 425 µm. Kapasitas serapan optimum pada ukuran 106 µm dengan besar 44,08 mg/g. Hasil penelitian ini memperlihatkan ukuran partikel tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penyerapan zat warna *malachite green*. hal ini menunjukkan bahwasanya luas dari permukaan Biosorben tidak terlalu mempengaruhi besarnya penurunan kadar *malachite green* [17].

2. Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak ialah waktu yang dibutuhkan oleh biosorben agar dapat berinteraksi dengan adsorbat secara optimum pada waktu tertentu untuk dapat mengikat adsorbat secara maksimal. Penentuan variasi waktu kontak optimum digunakan variasi waktu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit dengan pH 3, konsentrasi larutan 450 ppm, ukuran partikel 106 µm, volume larutan 25 mL, dan massa biosorben 0,2 gram. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan

zat warna *malachite green* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan zat warna *malachite green* menggunakan kulit matoa (*Pometia pinnata*).

Berdasarkan grafik diatas, waktu kontak optimum yang diperoleh yaitu selama 90 menit dengan nilai kapasitas serapan 46,67 mg/g. Kapasitas penyerapan *malachite green* optimum terjadi pada waktu 90 menit ditandai dengan kurva mulai mendatar pada variasi waktu berikutnya, hal ini karena *malachite green* teradsorpsi cenderung konstan (tetap). Hal ini terjadi karena situs aktif dari biosorben mengalami keadaan jenuh dan mencapai kesetimbangan [17].

Pada gambar 3 dapat dilihat pada waktu 30-60 menit proses serapan meningkat, karena jumlah pori dan situs aktif pada permukaan kulit matoa besar, maka kemampuan serapannya tinggi. Akan tetapi pada waktu kontak 60-150 menit biosorben mulai jenuh. Peristiwa ditandai adanya perubahan kapasitas penyerapan yang tidak terlalu signifikan. Pada waktu diatas 60 menit terjadi kesetimbangan adsorpsi, karena situs aktif biosorben hampir sebanding dengan molekul adsorbat [18]. Kemampuan biosorben untuk mengadsorpsi terbatas pada waktu tertentu, hal ini disebabkan karena permukaan biosorben yang telah jenuh tidak lagi dapat menyerap adsorbat meskipun waktu kontak terus ditingkatkan [19].

Secara umum, proses adsorpsi terjadi dalam 2 tahapan. Tahapan yang pertama adalah adsorbat mencapai permukaan biosorben dan masuk kedalam pori pada permukaan biosorben. Tahapan kedua, terjadi proses pelepasan adsorbat dari biosorben. Maka dari itu untuk mencapai kedua tahap ini diperlukan waktu yang cukup lama agar proses adsorpsi berlangsung maksimal [20].

IV. KESIMPULAN

Kapasitas penyerapan biosorben kulit matoa yang diperoleh adalah 44,08 mg/g pada ukuran partikel 106 µm, 46,67 mg/g pada waktu kontak optimal 90 menit. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dilihat bahwa kulit matoa dapat digunakan sebagai biosorben dalam proses adsorpsi sebagai adsorben alternatif yang umum digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terimakasih kepada pihak laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas sarana dan dukungannya.

REFERENSI

- [1] N. Mathur, P. Bhatnagar, and P. Bakre, "Assessing Mutagenicity of Textile Dyes from Pali (Rajasthan) Using Ames Bioassay," *Appl. Ecol. Environ. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 111–118, 2006.
- [2] H. Purnamawati and B. Utami, "Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cocoa l.*) Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B," in *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, 2014, vol. 5, no. 1.
- [3] N. Muna, "Adsorpsi Zat Warna Malachite Green (MG) Oleh Komposit Kitosan-Bentonit," 2014.
- [4] P. Sukmawati and B. Utami, "Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil Malachite Green Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao*) Teraktivasi HNO_3 ," in *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, 2014, vol. 5, no. 1.
- [5] H. Haryono and A. Rostika, "Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektroflotasi," *EduChemia (Jurnal Kim. dan Pendidikan)*, vol. 3, no. 1, pp. 94–105, 2018.
- [6] A. C. Suwandi, N. Indraswati, and S. Ismadji, "Modifikasi Kaolin dengan Menggunakan Surfaktan Alami dari Buah Lerak untuk Menghilangkan Zat Warna Malachite Green," 2011.
- [7] P. Ramadhani, R. Zein, Z. Chaidir, and L. Hevira, "Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian dan Perikanan Sebagai Biosorben untuk Penyerap Berbagai Zat Warna: Suatu Tinjauan," *J. Zarah*, vol. 7, no. 2, pp. 46–56, 2019.
- [8] M. Ilmi, "Studi Adsorpsi Zat Warna Auramin Menggunakan ZSM-5 Yang Disintesis dari Kaolin Bangka Tanpa Templat Organik." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [9] M. A. Karim, H. Juniari, and M. F. P. Ambarsari, "Adsorpsi Ion Logam Fe dalam Limbah Tekstil Sintesis dengan Menggunakan Metode Batch," *J. Distilasi*, vol. 2, no. 2, pp. 68–81, 2018.
- [10] D. Park, Y.-S. Yun, and J. Park, "The Past, Present, and Future Trends of Biosorption," *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, vol. 15, pp. 86–102, Feb. 2010, doi: 10.1007/s12257-009-0199-4.
- [11] I. Muafikoh, S. Prabandari, and R. Febriyanti, "Terhadap Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Kulit Buah Matoa (*Pometia pinnata*) The Effect of Drying Method Differences Towards Total Flavonoid Level from Matoa (*Pometia pinnata*) Fruit Peel Extrakt," vol. 4.
- [12] M. Andriani, N. Nahrowi, A. Jayanegara, R. Mutia, and T. M. Syahniar, "Kualitas Antioksidan Senyawa Fitokimia dan Karakteristik Kimia Kulit Buah Matoa (*Pometia pinnata*) yang Dikeringkan," *J. Vet. Desember*, vol. 21, no. 4, pp. 604–610, 2020.
- [13] M. Rafli, M. N. Mokoagow, and M. A. N. I. Cendekia, "Kulit Buah Matoa sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Kertas."
- [14] R. Mallampati, L. Xuanjun, A. Adin, and S. Valiyaveettil, "Fruit Peels as Efficient Renewable Adsorbents for Removal of Dissolved Heavy Metals and Dyes from Water," *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 2015, doi: 10.1021/acssuschemeng.5b00207.
- [15] 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.
- [16] A. H. Putri, "Optimasi Penyerapan Malachite Green Menggunakan Biosorben Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) dengan Metode Batch." Universitas Negeri Padang, 2021.
- [17] T. Setyaningtyas and U. Sulaeman, "Pengaruh pH Larutan dan Ukuran Partikel Abu Sekam Padi terhadap Penurunan Kadar Congo Red," *Molekul*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2007, doi: 10.20884/1.jm.2007.2.1.26.
- [18] K. Handayani and Y. Elvi, "Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Adsorpsi terhadap Daya Jerap Bentonit dan Aplikasinya pada Bleaching CPO."
- [19] H. Irawati, N. H. Aprilita, and E. Sugiharto, "Adsorpsi Zat Warna Kristal Violet Menggunakan Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta*)," *Bimipa*, vol. 25, no. 1, pp. 17–31, 2018.
- [20] I. Riwayati, N. Fikriyah, and S. Suwardiyono, "Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-Alang (*Imperata Cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat," *J. Inov. Tek. Kim.*, vol. 4, no. 2, 2019.