

Optimasi pH dan Konsentrasi Penyerapan Malachite Green Menggunakan C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena Sebagai Adsorben

Dewi Fortuna Khairil, Sri Benti Etika *

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang - Sumatera Barat - Indonesia

*sribentietika67@gmail.com

Abstract — Malachite green is a synthetic dye that is widely used in the textile industry. Large-scale use will produce a lot of waste so that it can pollute the aquatic environment if it is not treated properly. The level of malachite green that is allowed in the aquatic environment is 0,01 mg/L. One of the most effective and efficient methods for processing dye waste is the batch adsorption method. The purpose of this study was to determine the optimum absorption conditions of malachite green using the compound C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena (CSKR) as an adsorbent. In this study, treatment was carried out using variations in pH and concentration. The results showed that the optimum conditions for the absorption of malachite green occurred at pH 3 and a concentration of 200 mg/L.

Keywords — Absorption, batch method, malachite green, C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena (CSKR)

I. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan perairan akibat limbah industri tekstil disebabkan oleh penggunaan zat warna dengan skala besar yang tidak dilakukan pengolahan secara baik dan benar [1]. Salah satu limbah zat warna yang banyak digunakan ialah malachite green. Zat warna ini bersifat toksik, mengakibatkan iritasi kulit, iritasi mata, kanker hingga yang lebih parah dapat menyebabkan terjadinya mutasi [2].

namun masih ada beberapa orang dibelahan dunia yang menggunakannya. Hal ini dipicu karena harganya yang murah dan mudah didapatkan. Kadar malachite green yang diperbolehkan pada lingkungan perairan yaitu 0,01 ppm.

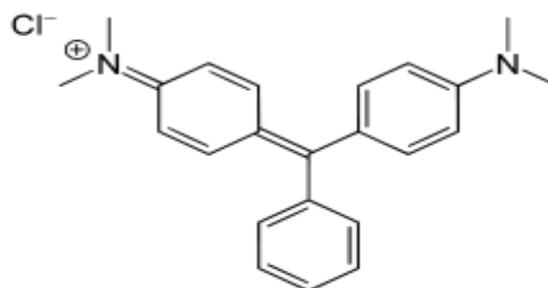
Malachite green ($C_{23}H_{26}N_2O$) adalah zat kimia yang memiliki sifat *toxic*. Malachite green (hijau malasit) memiliki nama lain diantaranya 4-4'[(4-dimetilaminofenil)-fenil-metil]-N,N-dimetil-anilin, atau dikenal juga dengan *Victoria green B*, *Basic Green 4*, *Diamond Green B*, *Aniline Green*.



Gambar 1. Serbuk Malachite Green

Malachite green adalah pewarna dasar untuk celup, yang berasal dari garam dan warna dasar organik yang mengandung amino serta dikombinasikan dengan asam, yaitu asam klorida (HCl). Malachite green merupakan bahan dasar celup yang dimanfaatkan pada kain seperti sutra, wol dan nilon.

Malachite green memiliki ciri khas dengan warna lebih cerah dibandingkan bahan celup sintesis lainnya. Meskipun pemakaian zat warna ini telah dilarang oleh beberapa negara,



Gambar 2. Struktur Malachite Green

Secara luas malachite green dimanfaatkan dalam industri akuakultur sebagai biosida karena mampu mengatasi infeksi jamur serta protozoa. Selain dimanfaatkan untuk aditif makanan, malachite green juga digunakan sebagai

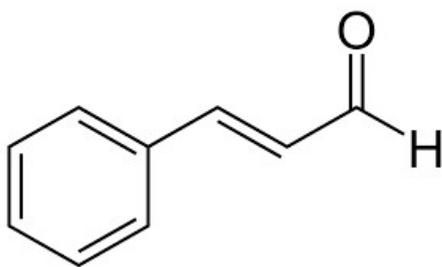
anthelminthic dan desinfektan medis serta pewarna dalam rami, industri kertas, kulit, katun dan akrilik [3].

Ada banyak cara yang telah dikembangkan oleh para peneliti untuk pengolahan limbah cair industri tekstil secara konvensional diantaranya ialah, elektrokimia, koagulasi, klorinasi, ozonisasi dan biodegradasi. Namun, masing-masing metode mempunyai beberapa kelemahan antara lain disebabkan oleh tingginya biaya operasional dan akan sulit jika menerapkannya di Indonesia. Salah satu solusinya yaitu menggunakan metode adsorpsi [4].

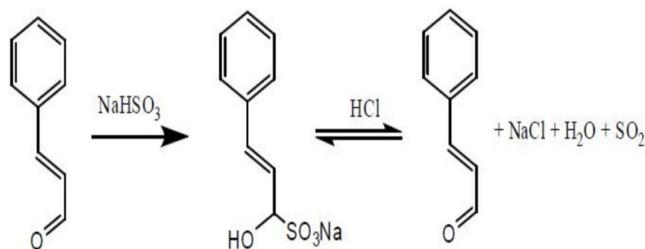
Metode adsorpsi ini memanfaatkan adsorben untuk menyerap zat warna. Karena prosesnya yang lebih murah dan lebih aman sehingga metode ini sangat banyak digunakan, salah satunya dengan cara pemanfaatan limbah. Limbah yang dapat mensintesis senyawa dan bisa dijadikan sebagai adsorben yaitu limbah minyak kayu manis.

Senyawa sintesis yang berasal dari minyak kayu manis yang berkemungkinan besar untuk dikembangkan menjadi suatu adsorben ialah kaliksarena (*calixarene*). Kaliks[4]Resorsinarena merupakan senyawa turunan dari kaliksarena. Kaliksarena ini dapat disintesis dengan mereaksikan resorsinol dan senyawa turunannya dengan berbagai jenis aldehida [5].

Aldehida yang telah digunakan ialah sinamaldehyd. Sinamaldehyd ialah senyawa-senyawa aktif biologis yang terdapat dalam kandungan minyak esensial dari genus *Cinnamomum*. Sinamaldehyd memiliki bau dan rasa khas seperti kayu manis. Untuk memisahkan antara sinamaldehyd dengan minyak kayu manis dapat dilakukan penambahan natrium bisulfit. Senyawa hasil adisi bisulfit merupakan garam dari sistem campuran yang mudah dipisahkan. Reaksi adisi ini dapat terjadi bolak-balik sehingga dilakukan penambahan asam untuk mendapatkan aldehid kembali seperti pada gambar 4.



Gambar 3. Struktur Sinamaldehyd

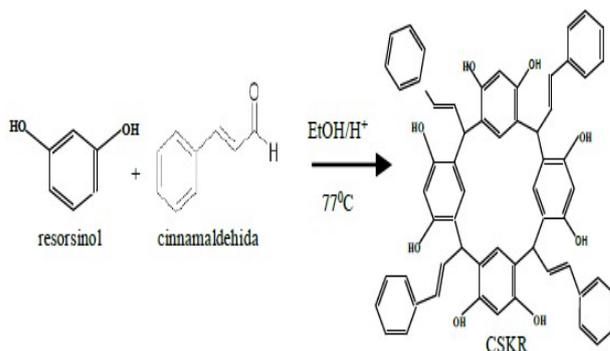


Gambar 4. Reaksi isolasi sinamaldehyd

Sinamaldehyd merupakan komponen utama minyak kayu manis yaitu sekitar 42-75%. Selain itu, komponen lain minyak kayu manis ialah eugenol, α -pinen, metil-n-amin, p-simen, dan benzaldehid. Sinamaldehyd merupakan senyawa yang memiliki cairan berwarna kuning dengan rumus C_8H_7CHO dan sukar larut dalam petroleum eter, sedikit larut dalam larutan eter, alkohol serta air.

Sinamaldehyd memiliki gugus aldehida, apabila direaksikan dengan resorsinol akan berpotensi untuk menghasilkan senyawa C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena yang merupakan kaliksarena dan turunan dari kaliks[4]resorsinarena [6].

CSKR memiliki 12 residu benzene, 4 gugus alkenil (ikatan rangkap) dan 8 gugus hidroksil. Dengan adanya keberadaan pasangan elektron bebas pada gugus hidroksil serta keberadaan elektron π pada residu aromatis dan juga ikatan rangkap yang dapat mempunyai afinitas khusus terhadap kation logam berat [7].



Gambar 5. Skema reaksi sintesis CSKR

Pada peneliti sebelumnya, menggunakan adsorben CSKR sebagai pengadsorpsi logam-logam berat seperti Cr^{3+} [8], Cu [9], Pb^{2+} dan Cd^{2+} [10], serta beberapa zat warna seperti Metanil yellow [11] dan Rhodamin B. Pada penelitian ini peneliti akan mendalami kajian tentang “Optimasi pH dan Konsentrasi Malachite Green Menggunakan

C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena Hasil Sintesis sebagai Adsorben”.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, shaker, gelas kimia 100 mL, gelas ukur 50 mL, pipet tetes, pump pipet, suntikan 1 cc, corong, batang pengaduk, labu ukur, 25 mL, 100 mL dan 250 mL, neraca analitik (ABS220-4), kertas saring Whatman No.41, spatula, botol semprot, magnetic stirrer, lumpang dan alu, spektrofotometer UV-Vis (Specord 210), dan Fourier Transform Infrared/FTIR (Panalitycal Expert pro).

Bahan yang digunakan adalah aquades, larutan zat warna malachite green, NaOH 0,1 M dan HNO₃ 0,1 M.

B. Prosedur Kerja

A. Preparasi Larutan Induk Malachite Green 1000 mg/L

Malachite green ditimbang sebanyak 0,25 g menggunakan neraca analitik, dilarutkan menggunakan aquades. Kemudian dilarutkan ke dalam labu ukur 250 mL dengan aquades dan dihomogenkan.

B. Preparasi Larutan HCl 0,1 M

Pipet larutan HCl pa sebanyak 2,072 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL yang telah diisi sedikit aquades. Selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

C. Mencari (λ) Maksimum Penyerapan Malachite Green

Larutan malachite green 10 ppm, lalu diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm, dan didapatkan panjang gelombang maksimum penyerapan malachite green. Panjang gelombang maksimum digunakan untuk penentuan absorbansi pada uji selanjutnya.

D. Penentuan pH Optimum

Menyiapkan 25 mL larutan malachite green konsentrasi 20 ppm dengan variasi 2 hingga 8, kemudian masing-masing larutan dikontakkan dengan 0,1 gram CSKR menggunakan sistem batch, larutan dishaker pada kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Selanjutnya larutan disaring lalu ditampung filtratnya. Dari filtrat tersebut diukur konsentrasi malachite green yang tidak terserap dengan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh pH maksimum.

E. Penentuan Konsentrasi Optimum

Menyiapkan 25 mL larutan malachite green konsentrasi 20 ppm dengan variasi konsentrasi 20, 50, 100, 150 dan 200 pada pH optimum. Kemudian masing-masing larutan dikontakkan dengan 0,1 gram CSKR menggunakan sistem batch, larutan kemudian dishaker pada kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Kemudian disaring serta ditampung filtratnya. Dari filtrat

tersebut diukur konsentrasi malachite green yang tidak terserap dengan Spektrofotometer UV-Vis, diperoleh konsentrasi optimum.

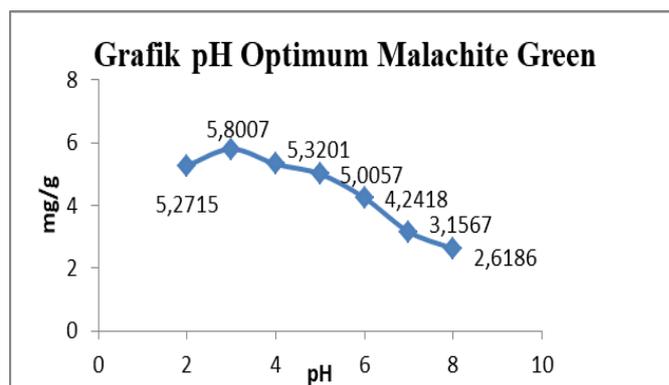
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum λ Malachite Green

Berdasarkan pengujian dengan Spektrofotometer UV-Vis larutan malachite green 10 ppm dilakukan penentuan panjang gelombang malachite green pada rentang 400-800 nm. Malachite green memiliki panjang gelombang maksimum pada 618 nm.

B. Penentuan pH Optimum

pH larutan merupakan salah satu faktor penting yang mengontrol adsorpsi dari adsorbat. pH ini berguna sebagai sistem kontrol kapasitas adsorpsi yang berdasarkan sifat-sifat permukaan adsorben dan bentuk ionik dari larutan zat warna [12]. Penentuan pH optimum terhadap kapasitas adsorpsi ini bertujuan untuk mengetahui pH larutan malachite green saat penyerapan zat warna tersebut maksimum.



Gambar 6. Grafik pH malachite green terhadap CSKR

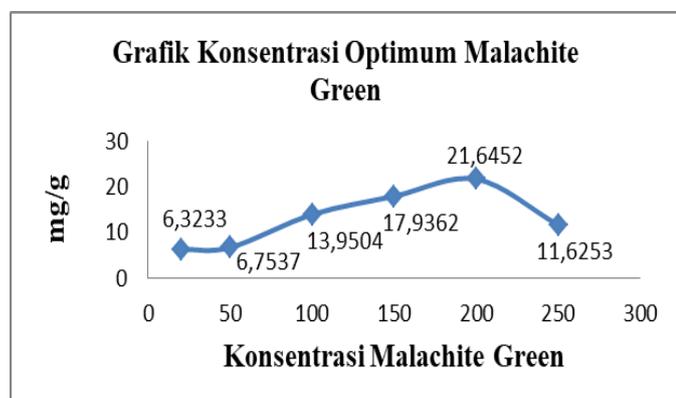
Gambar 6 menunjukkan bahwa malachite green yang terserap oleh CSKR pada pH 2 adalah 5,2715 mg/g dan meningkat pada pH 3 yaitu sebesar 5,8007 mg/g. hal ini menunjukkan bahwa CSKR tidak dapat menyerap malachite green lebih banyak pada pH yang sangat rendah, karena pada pH yang sangat rendah ion H⁺ lebih mendominasi di dalam larutan yang menyebabkan situs adsorben menjadi lebih positif [13]. Sehingga gaya tolak antara kationik malachite green dengan permukaan CSKR lebih besar. Kemudian pada pH 4 penyerapan malachite green kembali mengalami penurunan yaitu sebesar 5,3201 mg/g dan terus menurun hingga pH 8. Pada pH 5 penyerapan malachite green sebesar 5,0057 mg/g, pH 6 sebesar 4,2418 mg/g, pH 7 sebesar 3,1567 mg/g dan pH 8 sebesar 2,6186 mg/g. Hal ini disebabkan pada keadaan basa pelepasan ion Cl⁻ akan terhambat akibat tertelan oleh ion OH⁻ yang ada dalam larutan sehingga interaksi

malachite green dengan permukaan adsorben menjadi kecil [14].

Grafik pH optimum pada gambar 2 menunjukkan bahwa penyerapan malachite green mengalami penyerapan paling tinggi pada pH 3, hal ini disebabkan ion H^+ lebih mendominasi dalam larutan sehingga berpengaruh pada interaksi antar kationik malachite green dengan permukaan CSKR. Ion H^+ yang lebih mendominasi ini lebih mudah berikatan dengan sisi aktif CSKR dibandingkan dengan kationik malachite green. Oleh karena itu, dapat dilihat bahwa pH optimum malachite green terhadap kapasitas adsorpsi adalah pada pH 3.

C. Penentuan Konsentrasi Optimum

Pengaruh konsentrasi malachite green terhadap CSKR dilakukan pada kondisi pH optimum yaitu pada pH 3. Variasi konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 20, 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Dari hasil penelitian diperoleh konsentrasi optimum pada 200 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 21,6452 mg/g. pengaruh konsentrasi optimum malachite green terhadap CSKR dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 7. Grafik konsentrasi optimum malachite green terhadap CSKR

Gambar 7 menunjukkan konsentrasi 20 mg/L terjadi penyerapan malachite green sebesar 6,3233 mg/g dan konsentrasi 50 mg/L sebesar 6,7537 mg/g. Pada konsentrasi 100 mg/L terjadi penyerapan sebesar 13,9504 mg/g dan terus naik hingga konsentrasi 150 mg/L sebesar 17,9362 mg/g. penyerapan tertinggi terjadi pada konsentrasi 200 mg/L yaitu sebesar 21,6452 mg/g dan terjadi penurunan di konsentrasi 250 mg/L yaitu sebesar 11,6253 mg/g. Berdasarkan hasil dari penelitian, dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi. Namun, kapasitas adsorpsi menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Terjadinya peningkatan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh sisi aktif pada permukaan adsorben belum jenuh, sehingga

semakin tinggi konsentrasi malachite green yang digunakan maka semakin banyak molekul zat warna yang teradsorpsi. Pada saat pengontakkan CSKR dengan malachite green >200 mg/L menunjukkan sisi aktif pada permukaan telah melewati titik jenuh. Hal ini menyebabkan pori-pori pada permukaan CSKR tidak mampu lagi mengikat molekul malachite green yang masih tersisa dalam larutan sehingga kapasitas adsorpsinya menurun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan di atas, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah kondisi optimum penyerapan malachite green oleh CSKR adalah pada pH 3 dan konsentrasi 200 mg/L.

REFERENSI

- [1] S. Naimah, S. A. A., B. N. Jati, N. N. Aidha, and A. A. C., "Degradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik menggunakan Nanokomposit TiO_2 - Zeolit," *J. Kim. Kemasan*, vol. 36, pp. 225–236, 2014.
- [2] P. Sukmawati and B. Utami, "Adsorpsi Zat Warna Tekstil Malachite Green menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*) Teraktivasi HNO_3 ," *Pros. Semin. Nas. Fis. dan Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 19–25, 2014.
- [3] B. G. Bhernama, "Degradasi Zat Warna Malachite Green Secara Ozonolisis Dengan Penambahan Katalis TiO_2 - anatase dan ZnO ," *Elkawnie Jpurnal Islam. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [4] P. Ramadhani, R. Zein, Z. Chaidir, Zilfa, 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.
- [5] D. S. Handayani, Z. A. A. Amin, T. Kusumaningsih, and A. Masykur, "Sintesis dan Karakterisasi C-Heksil Kaliks[4]Resorsinarena dari Kondensasi Resorsinol-Heptanal," *ALCHEMY J. Penelit. Kim.*, vol. 10, no. 1, p. 49, 2014.
- [6] R. Septiana, "Pemanfaatan Senyawa C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena Hasil Sintesis Dari Limbah Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) sebagai Adsorben Rhodamin B," *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang., 2020.
- [7] R. E. Sardjono, G. Dwiyantri, S. Aisyah, and F. Khoerunnisa, "Sintesis Kaliks[4]Resorsinarena (CSKR) dari Minyak Kayu Manis dan Penggunaannya untuk Ekstraksi Fasa Padat Logam Berat $Pb(II)$ dan $Hg(II)$," *J. Pengajaran MIPA*, vol. 12, no. 2, pp. 1–13, 2008.
- [8] Y. M. Susanti, "Sintesis dan Karakterisasi Senyawa C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena (CSKR) menggunakan Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr^{3+} ," *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang, 2019.
- [9] I. Rilaztika, "Sintesis Dan Karakterisasi C-Sinamalkaliks [4] Resorsinarena Dari Minyak Kayu Manis Untuk Retensi Ion $Cu(II)$," *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang, 2017.
- [10] Nurlaili, "Analisis Renik Ion Pb^{2+} dan Cd^{2+} menggunakan C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena (CSKR) yang disintesis dari Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*)," *Skripsi*. Padang:

Universitas Negeri Padang, 2014.

- [11] Aminullah, "Optimasi Senyawa C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena (CSKR) sebagai Adsorben Metanil Yellow," *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang, 2020.
- [12] S. Singh, N. Parveen, and H. Gupta, "Adsorptive decontamination of rhodamine-B from Water using Banana Peel Powder: A Biosorbent," *Environ. Technol. Innov.*, pp. 1–26, 2018.
- [13] S. Rahdar, A. Rahdar, M. N. Zafar, S. S. Shafqat, and S. Ahmadi, "Synthesis and characterization of MgO supported Fe-Co-Mn nanoparticles with exceptionally high adsorption capacity for Rhodamine B dye," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 3800–3810, 2019.
- [14] E. Sahara, P. S. Gayatri, and P. Suarya, "Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat," *Indones. E-Journal Appl. Chem.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–45, 2018.