

Degradasi Zat Warna Malachite Green Menggunakan Metode Sonolisis dengan Bantuan Katalis ZnO

Yollanda Bunga Osya¹, Hary Sanjaya*²

^{1,2}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia

*hary_sanjaya@yahoo.com

Abstract — Malachite green is a dye that is widely used in the textile industry. Malachite green has toxic properties that can cause cancer, skin and eye irritation, and respiratory toxicity. Malachite green is difficult to degrade in waste so it requires serious handling. This study aims to determine the optimum time and optimum mass of ZnO catalyst for malachite green degradation by sonolysis method. The absorbance value was obtained using a UV-Vis spectrophotometer. The results of this study stated that the malachite green solution had a maximum wavelength of 617.2 nm. The optimum time to degrade malachite green with ZnO catalyst was obtained at 30 minutes with %D 85.04% and the optimum mass of catalyst to degrade malachite green with ZnO catalyst was obtained at 0.1 gram with %D 83.31%.

Keywords — Malachite green, Degradation, catalyst, Sonolysis

I. PENGANTAR

Pertumbuhan yang tinggi dibidang ilmu pengetahuan seperti pembangunan di bidang industri dan teknologi memicu manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup. Sehingga bermunculan berbagai permasalahan lingkungan salah satunya pencemaran zat warna organik oleh limbah cair [1].

Limbah zat warna yang dibuang langsung ke lingkungan dapat menghasilkan zat beracun yang menimbulkan terganggunya kehidupan biota air [2]. Limbah zat warna dapat juga menimbulkan kanker, iritasi kulit dan mata, dan jika terlelan dapat merusak pencernaan. Salah satu zat warna yang banyak digunakan adalah *malachite green*. Zat warna ini termasuk senyawa trifenilmetana kationik yang diketahui memiliki banyak efek buruk diantaranya kanker, iritasi kulit dan mata serta mengganggu saluran pencernaan bila tertelan [3].

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi limbah zat warna seperti metode adsorpsi, pengendapan, osmosis terbalik, klorinasi, ozonisasi, serta sonolisis [3]. Dari beberapa metode tersebut metode yang paling baik untuk mengatasi limbah zat warna yaitu metode sonolisis yang termasuk dalam metode AOPs (Advanced Oxidation Processes). Sonolisis mampu mendegradasi zat warna di media air dengan bantuan ultrasonik [4].

Penggunaan katalis ZnO untuk mendegradasi limbah zat warna yang merupakan katalis semikonduktor. ZnO sebagai katalis sangat efisien untuk mendegradasi zat warna, serta tidak beracun dan menyerap spektrum lebih banyak [5]. Pemakaian ZnO sebagai katalis efektif dalam mendegradasi limbah zat warna terbukti pada penelitian dari mendegradasi senyawa *naphthol blue black* yang terdegradasi 100% sesudah

diradiasi selama 60 menit dengan memakai metode fotolisis [6].

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik melaksanakan penelitian “**Degradasi Zat Warna Malachite Green Menggunakan Metode Sonolisis dengan Bantuan katalis ZnO**”. Degradasi zat warna *malachite green* dipengaruhi oleh lamanya waktu degradasi dan massa katalis ZnO yang digunakan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan edukasi dan solusi untuk mengurangi dampak dari limbah yang dihasilkan industri khususnya tekstil terhadap dampaknya pada lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah ultrasonik 45 kHz, neraca analitik, spektrofotometer UV-Vis dan FTIR, peralatan gelas. Penelitian menggunakan zat warna *malachite green*, katalis ZnO merk BDH chemical dan aquades.

B. Prosedur Kerja

1. Preparasi zat warna *malachite green*

Sampel limbah zat warna *malachite green* didapat dengan melarutkan 0,2 gram kristal *malachite green* dalam 1 liter aquades. Kemudian didapatkan larutan baku *malachite green* yang memiliki konsentrasi 200 ppm. Memipet 50 ml larutan baku lalu mengencerkannya menggunakan aquades sampai tanda batas 1 liter dan diperoleh larutan *malachite green* yang berkonsentrasi 10 ppm [2].

2. Degradasi zat warna *malachite green* dengan metode sonolisis

Tahap awal melakukan degradasi dengan mengukur panjang gelombang maksimum (λ maks) sampel zat warna *malachite green* menggunakan spektrofotometri UV - Vis. Diukur dengan gelombang 400 nm – 800 nm. Setelah didegradasi sampel diukur absorbansinya pada λ maks lalu menghitung persentase degradasinya (%D)[2].

a. Degradasi *malachite green* dengan variasi waktu dengan sonolisis

Mengambil 80 ml larutan sampel 10 ppm diletakkan kedalam gelas piala 250 ml, lalu menambahkan katalis ZnO sebanyak 0,05 gram, disonifikasi menggunakan sonikator frekuensi 45 kHz daya 50 watt selama 15 menit, kemudian diukur absorbansinya menggunakan UV-Vis. Dilanjutkan dengan selang waktu (30,45,60, dan 75) menit [7].

b. Degradasi *malachite green* dengan variasi massa dengan sonolisis

Mengambil 80 ml larutan sampel 10 ppm letakkan pada gelas piala 250 ml lalu masukkan katalis ZnO sebanyak 0,05 gram disonifikasi dengan sonikator frekuensi 45 kHz daya 50 watt pada waktu optimum yang didapatkan sebelumnya, kemudian ukur absorbansinya dengan UV-Vis. Perlakuan yang sama dilakukan pada gram katalis (0,1 ; 0,15 ; 0,2 dan 0,25) gram [8].

C. Teknik Analisa data

Data didapatkan dari penelitian dalam bentuk penyerapan larutan *malachite green* yang sudah disonolisis diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Penganalisaan berdasarkan pada perbandingan sisa larutan sebelum diuji dan setelah diuji, serta membandingkan waktu sonikator dan perbandingan massa katalis.

Persentase degradasi (%D) dihitung menggunakan persamaan:

$$\%D = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100 \%$$

A_0 (cm^{-1}) ialah absorbansi awal dan A_t (cm^{-1}) yaitu absorbansi dalam waktu tertentu [7].

III. PEMBAHASAN

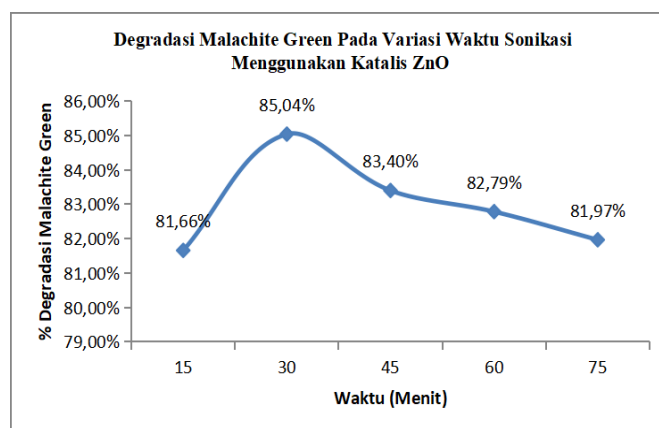
A. Degradasi *malachite green* menggunakan variasi waktu dengan sonolisis

Degradasi zat warna *malachite green* dilakukan pada konsentrasi larutan 10 ppm dan divariasikan waktu sonikasi menggunakan sonikator dalam waktu yang ditentukan. Proses pendegradasian dilakukan dengan menggunakan metode sonolisis. Sonolisis merupakan metode pendegradasian zat warna menggunakan gelombang ultrasonik [9].

Langkah awal dilakukan uji panjang gelombang pada larutan *malachite green* didapatkan sebesar 617,20 nm.

Pentuan waktu degradasi *malachite green* secara sonolisis dilakukan dengan memvariasikan lama waktu yaitu 15, 30, 45, 60 dan 75 menit dengan waktu berkala 15 menit. Berdasarkan kurva, nilai absorbansi *malachite green* mengalami penurunan sehingga mengakibatkan persen degradasi menjadi meningkat. Adapun yang menyebabkannya adalah penambahan katalis ZnO, dimana katalis tersebut mampu mempercepat laju reaksi sehingga pembentukan hidroksi radikal semakin banyak untuk mendegradasi zat warna *malachite green* yang ditandai dengan memudarnya warna larutan *malachite green*.

Berdasarkan hasil perhitungan %D larutan zat warna *malachite green* 10 ppm yang tertinggi yaitu sebesar 85,04% pada waktu 30 menit dan %D terendah sebesar 81,65% pada waktu 15 menit. Kurva pengaruh waktu sonikasi pada degradasi zat warna *malachite green* menggunakan katalis ZnO dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Degradasi *malachite green* pada variasi waktu menggunakan metoda sonolisis dengan katalis ZnO 0,05 g

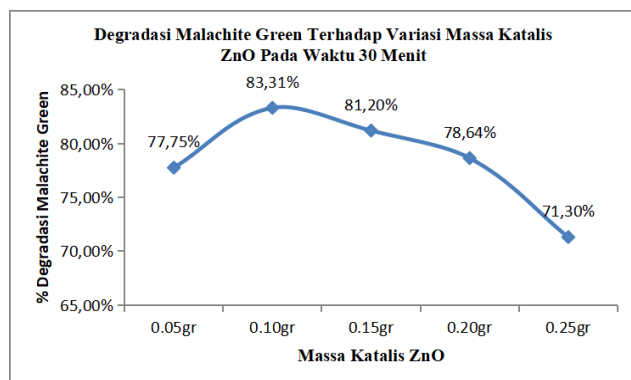
Persen degradasi zat warna *malachite green* dari waktu 15 menit hingga waktu 30 menit mengalami peningkatan, dikarenakan dengan seiring peningkatan waktu degradasi maka semakin banyak *malachite green* terdegradasi. Hal ini dapat diketahui adanya kontak antara *malachite green* dengan katalis ZnO, sehingga pembentukan hidroksi radikal semakin banyak mendegradasi *malachite green* [10].

Variasi waktu sonikasi 30 menit dinyatakan sebagai persentase tertinggi sebesar 85,04%. Tetapi, pada waktu sonikasi 45 menit, 60 menit dan 75 menit terjadi penurunan degradasi sebesar 83,40% ; 82,79% dan 71,30%. Penurunan ini terjadi karena banyaknya H_2O_2 terbentuk yang dihasilkan oleh sonikasi setelah itu bereaksi dengan hidroksi radikal sehingga terjadi reaksi dengan katalis ZnO kemudian membentuk radikal hidroperoksi [2]. Dari uraian tersebut menyatakan waktu optimum untuk mendegradasi *malachite green* adalah 30 menit dengan persen degradasi 85,04%.

B. Degradasi *malachite green* menggunakan variasi massa katalis ZnO dengan metoda sonolisis

Proses sonolisis dengan variasi massa katalis dilakukan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan aktifitas

sonokatalitik dan melihat ada atau tidaknya pengaruh penambahan katalis pada degradasi *malachite green*.



Gambar 2. Degradasi *malachite green* pada variasi massa katalis ZnO menggunakan metoda sonolisis

Berdasarkan data, gambar 2 menunjukkan peningkatan degradasi *malachite green* saat bertambahnya massa katalis ZnO. Pada penambahan katalis sebanyak 0,05 gram sampai 0,1 gram mengalami peningkatan persen degradasi. Hal ini disebabkan massa katalis akan meningkatkan jumlah radikal hidroksil yang dihasilkan sehingga zat warna terdegradasi. Namun, pada penambahan katalis 0,15 gram, 0,20 gram dan 0,25 gram mengalami penurunan persen degradasi. Hal ini disebabkan karena terjadinya kekeruhan pada larutan sehingga getaran ultrasonik menjadi terhalang dan permukaan katalis tidak mengalami eksitasi elektron [11]. Dapat disimpulkan massa optimum dari degradasi zat warna *malachite green* adalah 0,1 gram dengan persentase degradasi sebesar 83,31 %.

IV. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa waktu optimum yang dapat untuk mendegradasi zat *malachite green* 10 ppm menggunakan katalis ZnO menggunakan metoda sonolisis yaitu pada waktu variasi 30 menit dengan persentase degradasi sebesar 85,04%. Pengaruh variasi massa katalis pada proses degradasi *malachite green* pada waktu optimum diperoleh pada variasi massa katalis ZnO 0,1 gram dengan persentase degradasi 83,31%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terlaksananya penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih pada Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang telah mengizinkan dan memberikan fasilitas laboratorium. Terima kasih kepada Bapak / Ibu tenaga akademik maupun non akademik atas kritikan dan saran sehingga penelitian penulis terlaksana.

REFERENSI

[1] M. H. Yeti, "DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B SECARA SONOLISIS DAN OZONOLISIS SERTA PENDETEKSIANNYA MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS DAN HPLC," *UNAND, PADANG*, 2011.

[2] H. Sanjaya, "DEGRADASI METIL VIOLET MENGGUNAKAN KATALIS ZnO-TiO₂ SECARA FOTOSONOLISIS," *EKSAKTA Berk. Ilm. Bid. MIPA*, vol. 19, no. 1, pp. 91–99, 2018, doi: 10.24036/eksakta/vol19-iss1/131.

[3] C. Berberidou, I. Poullos, N. P. Xekoukoulotakis, and D. Mantzavinos, "Sonolytic, photocatalytic and sonophotocatalytic degradation of malachite green in aqueous solutions," *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 74, no. 1–2, pp. 63–72, 2007, doi: 10.1016/j.apcatb.2007.01.013.

[4] Safni, S. Fardila, Maizatrisna, and Zulfarman, "DEGRADASI ZAT WARNA METHANIL YELLOW SECARA SONOLISIS DAN FOTOLISIS DENGAN," pp. 47–51, 2007.

[5] F. U. Fitriana, "PENGOLAHAN AIR DENGAN FOTOKATALISIS MENGGUNAKAN KATALIS TITANIUM," *J. Tek. Kim. Indones.*, 2020.

[6] H. Sutanto and S. Wibowo, *Semikonduktor Fotokatalis Seng Oksida dan Titania : Sintesis , Deposisi dan Aplikasi*. 2015.

[7] R. S. Hary Sanjaya, Hardeli, "DEGREDAASI METIL VIOLET MENGGUNAKAN KATALIS ZnO-TiO₂ SECARA FOTOSONOLISIS," vol. 19, no. 1, 2018.

[8] S. Bhayu gita bhernama, "DEGRADASI MALACHITE GREEN OXALATE SECARA FOTOLISIS DAN OZONOLISIS DENGAN PENAMBAHAN ZnO-SnO₂," *UNAND, PADANG*, vol. 7, no. 2, pp. 125–133, 2014.

[9] F. ARFI, "Lantanida Journal, Vol. 3 No. 1, 2015," *DEREDASI SENYAWA PARAQUAT DALAM PESTISIDA GRAMXONE SECARA SONOLISIS DENGAN PENAMBAHAN ZnO*, vol. 3, no. 1, 2015.

[10] R. A. Putri, S. Safni, D. V. Wellia, and U. Septiani, "Degradasi Zat Warna Orange-F3R dan Violet-3B secara Sonolisis Frekuensi Rendah dengan Penambahan Katalis C-N- Codoped TiO₂ Degradation of Orange-F3R and Violet-3B Dyes by Low-Frequency Sonolysis using C-N-Codoped TiO₂ As Catalyst," *J. Kim. Val.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–43, 2019, doi: 10.15408/jkv.v5i1.7801.

[11] P. Ayu, A. Putra, H. Sanjaya, and I. Dewata, "Degradasi Zat Warna Metil Merah Dengan Katalis ZnO Menggunakan Metode Fotosonolisis," *Chem. J. State Univ. Padang*, vol. 10, no. 2, pp. 56–58, 2021.