

Degradasi Zat Warna Metil Violet Menggunakan Metode Sonolisis dengan Katalis ZnO - Ag

Abdul Rafi Jelani¹, 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.s@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Methyl violet is a dye that is often used in the textile industry. Methyl violet contains aniline which is toxic, mutagenic, and carcinogenic. These compounds cause cancer and gene mutations in living tissue. In addition, methyl violet is also difficult to degrade in waste so it requires serious handling. This study aims to determine the optimum time and optimum mass of ZnO-Ag catalyst against Methyl violet degradation by the sonolysis method. The absorbance value was obtained using a UV-Vis spectrophotometer. The results stated that the Methyl violet solution had a maximum wavelength of 582 nm. The maximum time to degrade Methyl violet with ZnO catalyst was obtained at 90 minutes with %D 85.917% and the maximum mass of catalyst to degrade methyl violet with 0,15 gram ZnO-Ag 10% catalyst was obtained at 87.97% mass.

Keywords — Methyl violet, degradation, catalyst, sonolysis

I. PENGANTAR

Penanganan limbah industri zat warna masih menjadi permasalahan besar saat ini. Limbah industri dibuang kelingkungan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, mengakibatkan kerusakan lingkungan dan mengganggu ekosistem alam. Dan lebih dari 7 x 10⁵ ton diproduksi pertahun, dan 10 – 15% akan terbuang [1].

Limbah zat warna susah diuraikan karena memiliki gugus anilin yang beracun, bersifat karsinogenik serta mutagenik sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut jika menjadi limbah[2]. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menangani limbah zat warna metil violet yaitu osmosis terbalik, ozonisasi, metode adsorbs, klorinasi, serta sonolisis. Dari beberapa metode tersebut metode yang paling baik untuk mengatasi limbah zat warna yaitu metode sonolisis yang merupakan salah satu metode AOPs (Advanced Oxidation Processes). Sonolisis mendegradasi zat warna dengan menggunakan medium air dengan getaran ultrasonik[3].

Degradasi zat warna metil violet menggunakan metoda sonolisis dengan katalis ZnO – Ag. Pemakaian katalis ZnO bertujuan untuk mendegradasi zat warna metil violet yang merupakan salah satu katalis semikonduktor dimana katalis ZnO, memiliki keunggulan menyerap fraksi lebih kuat dibanding TiO₂ [4]. Pemakaian Ag sebagai doping bertujuan untuk menurunkan band gap dari ZnO, serta Ag terbukti pada penelitian sutanto bawasannya penambahan doping Ag mampu meningkatkan bulir, serta ukuran bulir ZnO sehingga meningkatkan aktivitas katalitiknya[5].

Bedasarkan uraian diatas penulis melaksanakan penelitian “Degradasi Zat Warna Metil Violet Menggunakan Metode Sonolisis dengan Katalis ZnO –

Ag”. Degradasi zat warna metil violet dipengaruhi oleh lamanya waktu degradasi dan massa katalis ZnO – Ag 10% yang digunakan. Penelitian ini dapat 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), oven, magnetik stirer, furnace, neraca analitik, spektrofotomer UV - Vis dan FTIR, peralatan gelas. Penelitian ini menggunakan zat warna metil violet, metanol p.a., Katalis ZnO merk BDH Chemical, AgNO₃, dan aquades.

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan seng oksida yang didoping dengan perak (ZnO – Ag) 10% ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dimodifikasi [6]. Menimbang 9 gram ZnO dan menimbang 1 gram AgNO₃ kemudian dilarutkan menggunakan metanol pekat dengan volume 100 ml, kemudian dalam waktu 60 menit larutan distirel serta tertutup dengan alumonium foil karna metanol mudah menguap, selanjutnya larutan di sonifikasi selama 30 menit dengan sonikator pada frekuensi 45 kHz sampai tercampur sempurna. Lalu, ZnO - Ag yang terlarut di oven selama 60 menit pada suhu 110 C. Kemudian dikalsinasi pada suhu 500 C selama 120 menit dengan tujuan seluruh pelarut yang ada dalam larutan menguap sampai mengering

sehingga membentuk ZnO -Ag 10%. ZnO - Ag 10% berdasarkan penelitian sebelumnya memiliki % Degradasi lebih baik.

2. Preparasi zat warna metil violet

Model limbah larutan zat warna metil violet didapat dengan melarutkan 0,2 gram serbuk metil violet dalam 1000 ml aquades. kemudian didapatkan larutan induk metil violet yang memiliki konsentrasi 200 ppm. Memipet 50 ml larutan induk lalu mengencerkannya menggunakan aquades sampai tanda batas 1000 ml dan didapatkan larutan metil violet yang berkonsentrasi 10 ppm [7].

3. Degradasi zat warna metil violet dengan metoda sonolisis

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

a. Degradasi metil violet dengan variasi waktu dengan sonolisis. Sebanyak 80 ml larutan sampel 10 ppm dimasukkan kedalam gelas piala 250 ml, lalu ditambahkan 0,05 gram ZnO - Ag, di sonifikasi menggunakan alat ultrasonik frekuensi 45 KHz daya 50 watt selama 30 menit, kemudian diukur absorbansinya dengan UV - Vis. Dilanjutkan dengan selang waktu 60, 90, 120 dan 150 menit.

b. Degradasi metil violet dengan variasi massa katalis ZnO-Ag dengan sonolisis
Menggambil 80 ml larutan sampel letakkan pada gelas piala 250 ml lalu menambahkan 0,05 gram katalis di sonifikasi dengan ultrasonik frekuensi 45 kHz daya 50 watt pada waktu optimum yang telah didapatkan sebelumnya, kemudian ukur absorbansi dengan UV - Vis. Perlakuan yang sama berlaku untuk penambahan katalis, (0,1 , 0,15 , 0,2 , 0,25) gram.

C. Teknik Analisa Data

Data yang didapat dari penelitian dalam bentuk penyerapan larutan metil violet yang telah disonolisis diukur menggunakan instrumen UV - Vis. Penganalisaan ini berdasarkan pada perbandingan sisa larutan yang di uji sebelum dan setelah pendegradasian dilakukan, serta membandingkan waktu sonolisis dengan perbedaan variasi katalis.

Presentase degradasi (%D) dihitung dengan persamaan:

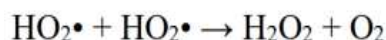
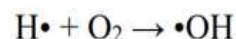
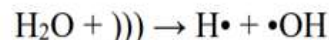
$$\% D = \frac{(A_0 - A_t)}{A_0} \times 100\%$$

A_0 ($L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) ialah absorbansi awal dan A_t ($L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) ialah absorbansi dalam waktu tertentu[8].

III. PEMBAHASAN

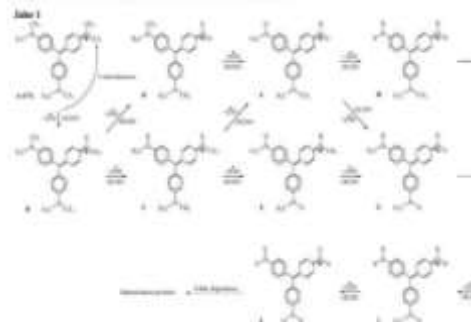
A. Mekanisme reaksi degradasi zat warna metil violet menggunakan metoda sonolisis

Sonolisis merupakan metoda untuk menguraikan zat yang memiliki struktur senyawa yang rumit menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sonolisis menyebabkan terjadinya efek kavitasasi austik, dimana gelembung yang terbentuk oleh proses sonolisis dalam larutan akan pecah membentuk hidroksil radiakal. Reaksi pembentukan hidroksil radikal sebagai berikut [9]:

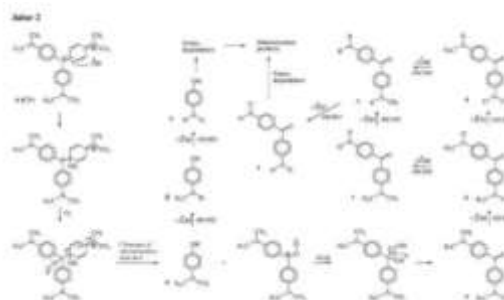


Setelah menghasilkan hidroksil radikal, kemudian hidroksil radikal inilah yang medegradasi zat warna metil violet melalui 2 jalur. Reaksinya sebagai berikut [10] :

Jalur : 1



Jalur : 2



Dimana dijalur pertama ini menyerang pada bagian ikatan CH_3 sehingga lepas dan membentuk NH_2 . Dan pada jalur kedua memecah ikatan yang berada ditengahnya sehingga terbentuk 2 senyawa intermedit yaitu 2,4-aminofenol dan 4,4-diaminobezofenol. Kemudian kedua jalur ini masuk ketahap meneralisasi. Hasil akhir dari proses ini adalah H_2O , NH_3 , CO_2 dan lain – lain[3].

B. Degradasi metil violet pada variasi waktu menggunakan metoda sonolisis dengan katalis ZnO

Langkah awal yang dilakukan uji panjang gelombang maksimum metil violet didapat sebesar 582 nm. Dari data yang didapat, nilai absorbansi metil violet mengalami penurunan sehingga mengakibatkan persendegradasi metil violet mengalami kenaikan pada waktu sonikasi 30 sampai 90 menit. Hal ini terjadi disebabkan penambahn katalis ZnO mempercepat laju reaksi pembentukan hidroksi radikal, sehingga hidroksi radikal yang dihasilkan lebih banyak menyebabkan zat warna banyak yang dapat didegradasi. Hal ini dibuktikan dengan memudarnya warna larutan metil violet setelah didegradasi dengan katalis ZnO. Berdasarkan hasil perhitungan %D larutan zat warna metil violet 10 ppm tertinggi yaitu 85,917% pada waktu 90 menit dan %D terendah yaitu 84,019% dengan waktu 30 menit. Kurva pengaruh waktu sonikasi pada degradasi zat warna metil violet menggunakan katalis ZnO dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Degradasi metil violet pada variasi waktu menggunakan metoda sonolisis dengan katalis ZnO 0,05 g.

Persen degradasi metil violet terus memuncak dari waktu 30 menit ke waktu 90 menit, dikarnakan dengan seiring peningkatan waktu degradasi maka semakin banyak metil violet yang berhasil didegradasi maka semakin banyak yang didegradasi. Hal ini disebabkan adanya kontak antara metil violet dengan katalis ZnO, sehingga pembentukan radikal OH semakin banyak untuk mendegradasi metil violet[3].

Pada variasi waktu sonikasi 90 menit dengan persentase %D 85,917% menyatakan persentase tertinggi degradasi metil violet. Namun, pada waktu sonikasi 120 dan 150 menit terjadi penurunan persentase yaitu 85,433% dan 84,019%. Hal ini terjadi dikarnakan banyaknya H₂O₂ terbentuk yang dihasilkan pada sonikasi kemudian bereaksi dengan hidroksi radikal sehingga terjadi reaksi dengan katalis ZnO dan membentuk radikal hidroperoksi ($\cdot\text{OOH}$)[11]. Uraian diatas menyatakan bahwa waktu optimum untuk mendegradasi zat warna metil violet dengan katalis ZnO adalah 90 menit dengan persentase degradasi 85,916%.

C. Degradasi matil violet pada variasi massa katalis ZnO – Ag 10% menggunakan metoda sonolisis

Efektivitas sonokatalis ZnO dengan melakukan doping. Pendopongan katalis akan memperbesar luas permukaan pada ZnO sehingga laju reaksi akan meningkat. Doping merupakan penambahan zat pada komposisi tertentu sebagai pengotor yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas zat yang akan didoping[12].



Gambar 2. Degradasi matil violet pada variasi massa katalis ZnO – Ag 10% menggunakan metoda sonolisis

Waktu optimum didapat pada variasi waktu sonolisis dengan katalis ZnO adalah 90 menit sehingga untuk katalis ZnO – Ag ditetapkan pada waktu 90 menit. Berdasarkan data grafik pada gambar 2. Menyatakan bahwa penambahan massa katalis ZnO – Ag pada degradasi zat warna metil violet didapat grafik landai. Penambahan massa katalis mulai dari 0,05 gram sampai 0,15 gram memiliki persen degradasi yang meningkat. Hal ini disebabkan penambahan massa katalis akan meningkatkan jumlah hidroksi radikal yang dihasilkan sehingga zat warna dapat terdegradasi. Karena penambahan katalis menyebabkan luas permukaan semakin besar sehingga dapat meningkatkan laju reaksi untuk menghasilkan hidroksi radikal. Persen degradasi mengalami penurunan ketika penambahan massa katalis 0,2 gram sampai 0,25 gram . Hal ini disebabkan karna penambahan katalis yang berlebih dapat menyebabkan partikel katalis menggumpal sehingga luas permukaan katalis menjadi kecil yang mengakibatkan kinerja katalis jadi menurun[13]. Dapat disimpulkan massa maksimum dari degradasi zat warna metil violet ini adalah 0,15 gram dengan persentase degradasi sebesar 87,97%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang tertera diatas dapat disimpulkan bahwa sonolisis dapat mendegradasi zat warna metil violet. Waktu maksimum yang didapat untuk mendegradasi zat metil violet 10 ppm menggunakan katalis ZnO menggunakan metoda sonolisis yaitu pada waktu variasi 90 menit dengan persentase degradasi sebesar 85,917%. Pengaruh variasi massa katalis pada proses

degradasi metil violet pada waktu maksimum diperoleh pada variasi massa katalis ZnO – Ag 0,15 gram dengan persentase degradasi 87,97%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terlaksananya penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih pada Laboratorium Kimia Departemen 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.

Terima kasih kepada Bapak/Ibu Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Sumatera Barat atas pengizinan penggunaan fasilitas instrumen sehingga penelitian berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- [1] K. Selvam, K. Swaminathan, and K. S. Chae, "Decolourization of azo dyes and a dye industry effluent by a white rot fungus *Thelephora* sp.," *Bioresour. Technol.*, vol. 88, no. 2, pp. 115–119, 2003, doi: 10.1016/S0960-8524(02)00280-8.
- [2] Hardeli, A. Ramadhani, D. Kurniawati, N. Andikro, and H. Sanjaya, "DEGRADASI METHYL VIOLET DAN METHYLEN BLUE OLEH FOTOKATALIS TiO₂," *Eksakta*, vol. 1, pp. 107–114, 2014.
- [3] R. A. Putri, S. Safni, D. V. Wellia, U. Septiani, and N. Jamarun, "Degradasi Zat Warna Orange-F3R dan Violet-3B secara Sonolisis Frekuensi Rendah dengan Penambahan Katalis C-N-Codoped TiO₂," *J. Kim. Val.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–43, 2019, doi: 10.15408/jkv.v5i1.7801.
- [4] S. Chakrabarti and B. K. Dutta, "Photocatalytic degradation of model textile dyes in wastewater using ZnO as semiconductor catalyst," *J. Hazard. Mater.*, vol. 112, no. 3, pp. 269–278, 2004, doi: 10.1016/j.jhazmat.2004.05.013.
- [5] H. Sutanto, I. Nurhasanah, and E. Hidayanto, "SINTESIS LAPISAN TIPIS SENG OKSIDA DIDOPING PERAK (ZnO : Ag) DAN APLIKASINYA UNTUK," *Berk. Fis.*, vol. 18, no. 4, pp. 131–136, 2015.
- [6] Sari .R, 2021, Degradasi Zat Warna Methil Violet menggunakan Katalis ZnO/Ag dengan Metode Fotosonolisis, Padang :Universitas Negeri Padang
- [7] H. Sanjaya, "DEGRADASI METHYLENE BLUE MENGGUNAKAN KATALIS ZnO-PEG DENGAN METODE FOTONOLISIS," *EKSAKTA Berk. Ilm. Bid. MIPA*, vol. 18, no. 02, pp. 21–29, 2017, doi: 10.24036/eksakta/vol18-iss02/45.
- [8] H. Sanjaya, "DEGRADASI METIL VIOLET MENGGUNAKAN KATALIS ZnO-TiO₂ SECARA FOTONOLISIS," *EKSAKTA Berk. Ilm. Bid. MIPA*, vol. 19, no. 1, pp. 91–99, 2018, doi: 10.24036/eksakta/vol19-iss1/131.
- [9] C. G. Joseph, G. Li Puma, A. Bono, Y. H. Taufiq-Yap, and D. Krishnaiah, "Sonolysis, Photolysis, and Sequential Sonophotolysis for the Degradation of 2,4,6-Trichlorophenol: The Effect of Solution Concentration," *Chem. Eng. Commun.*, vol. 202, no. 8, pp. 1061–1068, 2015, doi: 10.1080/00986445.2014.901221.
- [10] H. J. Fan, S. T. Huang, W. H. Chung, J. L. Jan, W. Y. Lin, and C. C. Chen, "Degradation pathways of crystal violet by Fenton and Fenton-like systems: Condition optimization and intermediate separation and identification," *J. Hazard. Mater.*, vol. 171, no. 1–3, pp. 1032–1044, 2009, doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.06.117.
- [11] N. A. Youssef, S. A. Shaban, F. A. Ibrahim, and A. S. Mahmoud, "Degradation of methyl orange using Fenton catalytic reaction," *Egypt. J. Pet.*, vol. 25, no. 3, pp. 317–321, 2016, doi: 10.1016/j.ejpe.2015.07.017.
- [12] U. Nazhiroh and M. Kris, "Pengaruh Doping Zn pada MgF₂ 1,985 (OH) 0,015 terhadap Difraktogram Mg," vol. 6, no. 2, pp. 6–7, 2017.
- [13] Z. Zhu, H. Luo, and R.-J. Wu, "Photocatalytic degradation of methyl red by porous zinc hydroxide under visible light irradiation," pp. 1–6, 2019.