

Pengaruh Waktu Radiasi Terhadap Degradasi Zat Warna *Methanil Yellow* Menggunakan Metoda Fotosonolisis dengan Bantuan Katalis ZnO

Reska Putri¹, Hary Sanjaya^{2*}, Yohandri³

^{1,2}Chemistry Department, State University of Padang

³Physics Department, State University of Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*hary.s@fmipa.unp.ac.id

Abstract— Research that has been carried out on the photosonolysis degradation of methanyl yellow using a ZnO catalyst aims to determine the effect of radiation time on the degradation of methanyl yellow. The degradation time is about 30 to 150 minutes using a ZnO catalyst. The measurement results of the Uv- Vis spectrophotometer were obtained at a wavelength of 437nm. In the variation of the degradation time, the highest result was obtained at 60 minutes which was 76,11 %. This study showed that the hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$) was the main control in degrading methanil yellow.

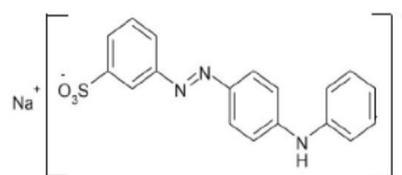
Keywords — Degradation, Methanil Yellow, ZnO catalyst, photosonolysis

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan banyaknya kebutuhan sandang dan pangan masyarakat, Perkembangan industri tekstil di Indonesia mengalami peningkatan sangat pesat. Perkembangan pada industri tekstil ini juga berdampak buruk pada kualitas lingkungan hidup, dampak buruk dari industri tekstil tersebut yaitu dihasilkan limbah cair. Limbah cair pada industri tekstil ini biasanya mengandung zat warna. Limbah zat warna yang terbuang dilingkungan tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu akan menimbulkan zat beracun dan sangat berbahaya. Seperti membuang limbah zat yang dibuang ke sungai dapat merusak kehidupan biota, dan dapat berpotensi mengurangi masuknya cahaya matahari dan mencegah terjadinya fotosintesis [1] Zat warna sintesis paling banyak digunakan adalah zat warna golongan azo ($-\text{N}=\text{N}-$), dimana senyawa ini bersifat karsinogenik dan mutagenik yang dapat menjadi sumber penyakit apabila lama berada di lingkungan .

Pencemaran zat warna biasanya terbuat dari senyawa azo beserta turunannya yang merupakan gugus benzene, yaitu *Methanil Yellow* [2]. *Methanil Yellow* [$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{O}_3\text{SNa}$] termasuk pewarna golongan azo dimana strukturnya terdapat ikatan $\text{N}=\text{N}$ (Gambar 1).

Methanil Yellow berwarna warna kuning kecoklatan terbuat dari asam metanilat dandifenilamin..



Gambar 1 Struktur *Methanil Yellow*

Limbah dari zat warna *Methanil Yellow* apabila dialirkan pada perairan dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen yang ada di perairan. Limbah dari hasil zat warna *Methanil Yellow* juga dapat menyebabkan terganggunya proses biologis di dalam perairan, ini disebabkan karena limbah yang dihasilkan dari zat warna *Methanil Yellow* merupakan senyawa organik, sehingga dapat terhambatnya jalannya cahaya matahari di dalam air [3]. Oleh karena itu sebelum dibuang ke lingkungan limbah zat warna *Methanil Yellow* harus diolah terlebih dahulu.

Banyak metode yang telah digunakan dalam pengolahan limbah cair diantaranya metode fisika (pengendapan, adsorpsi dan osmosis terbalik), kimia (ozonasi, klorinasi, dan fotosonolisis) [4].

Dari beberapa metode tersebut metode yang paling efektif digunakan dalam mendegradasi limbah zat warna adalah dengan metode fotosonolisis [5]

Fotosonolisis adalah metode yang digunakan untuk mendegradasi zat warna pada limbah cair ini, yang merupakan kombinasi dari metode fotolisis dan sonolisis yang dianggap lebih efisien dan efektif dalam mendegradasi zat warna. Fotosonolisis merupakan bagian dari proses oksidasi lanjut (AOPs: Advanced Oxidation Processes). Pada proses fotolisis terjadi interaksi antara sinar radiasi UV/Visible dengan molekul air sedangkan pada sonolisis menghasilkan gelombang mekanik yang dipengaruhi oleh efek kavitasi pada air [1].

Metoda AOPS (*Advanced Oxidation Processes*) adalah suatu kombinasi dari beberapa proses seperti ozon hidrogen peroksida, sinar-UV, fotokatalis, sonolisis yang dapat menghasilkan radikal bebas $\cdot\text{OH}$. Sehingga radikal bebas $\cdot\text{OH}$ menjadi sangat mudah untuk mengoksidasi senyawa-senyawa non organik maupun organik [4]

Fotokatalis merupakan kombinasi reaksi fotokimia yang membutuhkan bantuan cahaya dan katalis yang mempercepat terjadinya reaksi kimia. Fotokatalis juga dapat didefinisikan sebagai bahan yang mempercepat reaksi kimia dengan menyerap cahaya sehingga menghasilkan pasangan lubang elektron. Fotokatalis adalah salah satu metode AOPs (*Advanced Oxidation Processes*) [6]

Fotokatalis merupakan salah satu metoda AOPs dengan hasil akhir dari pengolahan limbah yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan karena menghasilkan CO_2 dan H_2O . Saat ini ZnO lebih sering digunakan dalam fotokatalisis khususnya dalam pengolahan limbah. Karena ZnO (Zink Oksida) merupakan semikonduktor yang memiliki celah pita (*band gap*) lebih tinggi dari semikonduktor lainnya yaitu 3.37 eV, dan energi ikat sebesar 60 meV. Fotokatalis ZnO termasuk bahan oksidasi yang baik digunakan sebagai fotokatalis, karena memiliki aktifitas katalitik yang jauh lebih baik dari bahan lainnya. ZnO dapat menyerap cahaya dalam spektrum yang lebih luas dibandingkan bahan semikonduktor lainnya [7]

Hal ini mendasari penulis untuk melakukan penelitian tentang "Pengaruh waktu radiasi Degradasi Zat Warna *Methanil Yellow* Menggunakan Metode Fotosonolisis Dengan Bantuan Katalis ZnO "

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu serangkaian alat dalam bentuk kotak yang didalamnya terdapat 3 buah lampu UV 254nm daya 15 watt merk Germicidal yamano dan Ultrasonik (45 kHz) merk Ultrasonic cleaner Sunshine Csp 889, Spektrofotometer UV-Vis merk Agilent 8543, neraca analitik. Peralatan gelas: gelas kimia, labu ukur dan peralatan gelas lainnya.

Penelitian ini menggunakan zat warna metil merah, ZnO sebagai katalis dan aquades.

B. Prosedur penelitian

1. Pembuatan larutan zat warna *Methanil Yellow*.

Model limbah larutan zat warna *Methanil Yellow* didapatkan dengan melarutkan 0,2 gram serbuk *Methanil Yellow* dalam 1000 mL (1L) aquades. Diperoleh larutan induk *Methanil Yellow* dengan konsentrasi 200 ppm. Kemudian larutan induk dipipet sebanyak 50 mL dan dilakukan pengenceran dengan aquades hingga tanda batas 1000 mL dan didapatkan larutan metil merah dengan konsentrasi 10 ppm.

2. Degradasi *Methanil Yellow* secara fotosonolisis

Sebanyak 80 mL larutan sampel 10 ppm dimasukkan kedalam gelas piala 250 mL, lalu ditambahkan 0,1 gram ZnO , setelah itu ditempatkan kedalam kotak yang telah dirangkai dengan lampu UV 45 watt dan difonikasi dengan alat ultrasonik frekuensi 45 KHz daya 50 watt selama 30 menit. Dilanjutkan dengan selang waktu 60, 90, 120 dan 150 menit.

Persentase degradasi (%D) dapat dihitung menggunakan persamaan:

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

Dimana, A_0 merupakan absorbansi sebelum degradasi dan A_t merupakan absorbansi sesudah degradasi.

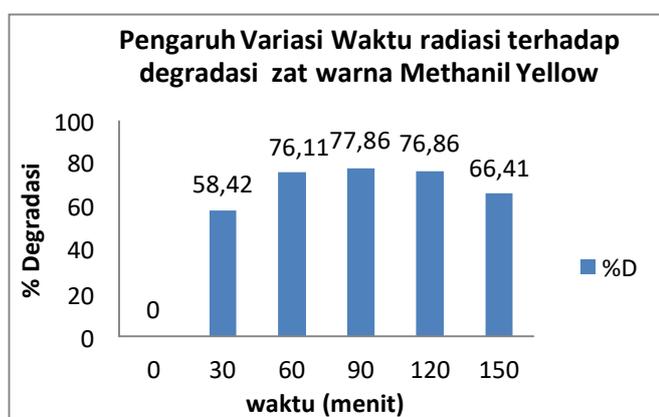
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Pengaruh Variasi Waktu Radiasi *Methanil Yellow* secara Fotosonolisis

Sampel *Methanil Yellow* konsentrasi 10 ppm diukur pada Panjang gelombang 400-800 nm dengan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) *Methanil Yellow* yaitu pada 437 nm.

Hasil pengukuran absorbansi sampel model limbah *Methanil Yellow* dengan konsentrasi 10 ppm awal digunakan sebagai absorbansi pembanding zat warna *Methanil Yellow* setelah dilakukan degradasi secara fotosonolisis dengan variasi waktu penyinaran dengan penambahan katalis ZnO .

Hasil pengukuran absorbansi Methanil Yellow dan perhitungan persen degradasi (%D) dengan variasi waktu radiasi 30, 60, 90, 120 dan 150 menit menggunakan spektrofotometer UV-Vis . Hasil data absorbansi yang didapatkan dari degradasi *Methanil Yellow* variasi waktu radiasi dari waktu 30 sampai 90 menit semakin menurun Sehingga persen degradasinya (%D) meningkat dan absorbansi sedikit naik pada menit ke 120 dan 150 menit. Kenaikan persen degradasi ini disebabkan kontak antar molekul yang terjadi antara zat warna *Methanil Yellow* dengan katalis ZnO yang mengakibatkan molekul *Methanil Yellow* mengalami degradasi. Dari hasil perhitungan didapatkan %D tertinggi yaitu pada menit ke 90 dengan persen degradasinya 77,86% dan yang paling rendah terdapat pada waktu radiasi 30 menit 58,42%. Adapun kurva persen degradasi limbah zat warna *Methanil Yellow* dapat dilihat pada gambar berikut :



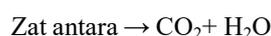
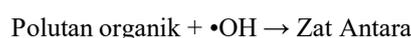
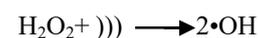
Gambar 2 : Pengaruh waktu radiasi terhadap degradasi zat warna *Methanil Yellow*

Persen degradasi tertinggi terjadi pada menit ke 90 yaitu 77,86 % dengan warna sampel berubah menjadi tak berwarna (bening) sehingga menandakan banyak molekul *Methanil Yellow* yang terdegradasi. Akan tetapi terjadi penurunan persentase menjadi 76,86% dan 66,41% pada menit ke 120 dan 150, hal ini disebabkan karena adanya H₂O₂ berlebih yang dihasilkan pada proses sonikasi akan bereaksi dengan radikal OH dan terjadi reaksi dengan katalis ZnO membentuk radikal hidroperoksida (•OOH)[8]. Selain itu, penurunan persen degradasi juga dapat disebabkan karena adanya senyawa intermediet metanil yellow yang ikut terukur pada saat pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis. Senyawa intermediet yang terbentuk pada senyawa tersebut kurang stabil sehingga dapat menyebabkan penurunan persen degradasi akibat puncak serapannya berdekatan dengan puncak serapan *Methanil Yellow*[9].

Rendahnya absorbansi yang dihasilkan mengakibatkan tingginya persen degradasi *Methanil Yellow* seiring dengan lamanya proses fotolisis. Pembentukan radikal hidroksil (•OH) pada permukaan fotokatalis juga semakin bertambah sehingga dapat meningkatkan efektifitas degradasi[10].

Pada kurva pengaruh waktu degradasi terhadap zat warna *Methanil Yellow* menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran maka absorbansi yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu radiasi penyinaran maka warna larutan menjadi memudar, sehingga lebih mudah mencapai fotokatalis. Selain itu semakin lama waktu radiasi maka semakin banyak energi foton yang diserap oleh fotokatalis ZnO sehingga semakin mudah dalam mendegradasi zat warna *Methanil Yellow*. Dengan terjadinya peningkatan energi foton yang dihasilkan maka •OH yang dihasilkan semakin banyak. •OH yang terbentuk ini merupakan oksidator kuat yang dapat digunakan untuk mendegradasi zat warna *Methanil Yellow*.

Pada proses fotolisis ini terjadi reaksi antara proses sonikasi dan sinar UV yang menghasilkan •OH. Adapun pembentukan •OH pada reaksi fotolisis yaitu:



dimana,))) menunjukkan proses sonikasi

Kombinasi irradiasi fotokatalitik ZnO dengan ultrasonic dapat mempercepat laju degradasi zat warna *Methanil Yellow* dengan peningkatan radikal hidroksil yang dihasilkan. Dengan adanya penambahan katalis ini menyediakan situs yang lebih aktif untuk fenomena kavitasi sehingga radikal reaktif pada jumlah yang lebih tinggi. Kehadiran katalis ZnO juga berperan dalam peningkatan laju pembentukan gelombang kavitasi dengan memberikan inti tambahan sehingga meningkatkan pembentukan molekul hidroksil.

Dari kurva tersebut maka dapat disimpulkan bahwa waktu optimum untuk degradasi zat warna *Methanil Yellow* terjadi pada menit ke 60 dengan persen degradasi 76,11 %, karena pada waktu tersebut tidak terjadi kenaikan grafik secara signifikan. Hal ini juga disebabkan karena pada waktu 60 menit telah tercapai kontak antara *Methanil Yellow* dengan katalis ZnO.

IV. KESIMPULAN

Dari Penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa proses degradasi *Methanil Yellow* dengan variasi waktu radiasi menggunakan metode fotolisis dengan bantuan katalis ZnO didapatkan waktu optimumnya pada waktu ke 60 menit dengan %D sebesar 76,11 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dosen Pembimbing, analis beserta rekan-rekan mahasiswa atas dukungan yang diberikan baik secara ril maupun materil sehingga penelitian ini dapat terselesaikan secara baik.

REFERENSI

- [1] Sanjaya, H., Hardeli, H., & Fitria, D. (2017). Degradasi Methyl green Secara Fotolisis Dan Sonolisis Menggunakan Katalis TiO₂-PEG. *Prosiding Kimia UNJA*, 1472–1482.
- [2] Safni, Fitrah Amelia, Oktanora Liansari, Hamzar Suyani, Yulizar Yusuf. 2009. *Penggunaan Katalis ZnO-H₂O₂ Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B Dan Alizarin-S*. J. Ris. Kim. Vol. 3, No. 1
- [3] Dianggoni, I., Edy S., & Jhon, A. P. (2017). Pengolahan Zat Warna Tekstil (Rhodamine B) dengan Teknologi AOP (Advance Oxidation Processes) menggunakan Katalis Carbon Sphere dan Oksidan Peroxymonosulfate. *Journal of Engineering Science and Technologi*, 4(2). 1-7gt
- [4] Sanjaya, H. (2017). Degradasi Methylene Blue Menggunakan Katalis ZnO-PEG Dengan Metode Fotosonolisis. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*. <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol118-iss02/45>
- [5] Rashid, M. M., & Sato, C. (2011). Photolysis, sonolysis, and photosonolysis of trichloroethane (TCA), trichloroethylene (TCE), and tetrachloroethylene (PCE) without catalyst. *Water, Air, and Soil Pollution*. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0542-6>
- [6] Yahdiana. 2011. *Studi Degradasi Zat Warna Tekstil Congo Red dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Suspensi TiO₂*. Skripsi Universitas Indonesia, 1–58.
- [7] Sisteya, D., & Sutanto, H. (2013). Sifat Optis Lapisan ZnO:Ag yang Dideposisi di Atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) dan Aplikasinya pada Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physics Journal*.
- [8] Youssef, Zahraa, Ludovic Colombeau, Nurlykyz Yesmurzayeva, Francis Baros, Régis Vanderesse, Tayssir Hamieh, Joumana Toufaily, Céline Frochet, and Thibault Roques-Carmes. 2018. *Dye-Sensitized Nanoparticles for Heterogeneous Photocatalysis: Cases Studies with TiO₂, ZnO, Fullerene and Graphene for Water Purification*. *Dyes and Pigments* 159: 49–71.
- [9] Safni, Sari, F., Maizatrisna, & Zulfarman. (2007). Degradasi Zat Warna Methanil Yellow Secara Sonolisis Dan Fotolisis Dengan. *Indonesian Journal of Materials Science*, 11(10), 47–51.
- [10] Wardhani, Sri et al. 2015. Sintesis Fotokatalis Fe₂O₃-Zeolit untuk Uji Fotodegradasi Zat Warna Jingga Metil. *Prosiding SEMIRATA*. Universitas Tanjungpura. Pontianak.