

Degradasi Asam Humat Pada Air Rawa Gambut Menggunakan Metode Fotosonolisis Dengan Bantuan Katalis ZnO

Alfindri Zulkarnaini¹, Hary Sanjaya^{*2}, Yohandri³, Edi Nasra⁴, Umar Kalmar Nizar⁵

^{1,2,4,5}Chemistry Departement, Universitas Negeri Padang

³Physics Departement, Universitas Negeri Padang

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

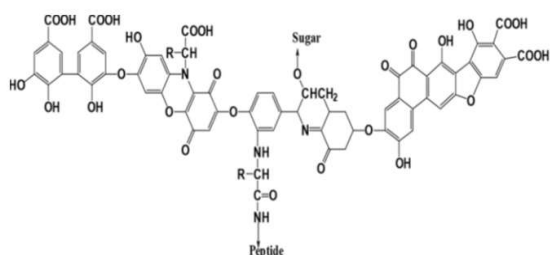
*hary.s@fmipa.unp.ac.id

Abstract – Photolysis method can be used to degrade humic acid in peat swamp water with the help of ZnO catalyst. This study aim to determine the effect of time variation and catalyst variation on peat swamp degradation. UV-Vis spectrophotometer was used to calculate the absorbance concentration of peat swamp air before and before degradation. The result showed the highest percentage of peat swamp water degradation was 26.81% at 120 minutes using a ZnO catalyst. The highest degradation of peat swamp water was at 21.99% with a mass catalyst of 0.3 grams of ZnO.

Keywords : Degradasi, Air Rawa Gambut, ZnO, Photosonolisis

I. PENDAHULUAN

Air rawa gambut mempunyai pH rendah (3-5), berwarna merah dan sedikit berwarna kecoklatan serta banyak terkandung zat organik di dalamnya, maka dari itu belum layak untuk memenuhi kebutuhan air minum dan ketubuhan sehari – hari pada rumah tangga [1]. Asam humat, asam fulfat dan humin merupakan senyawa utama yang terkandung pada air rawa gambut, dan juga sebagai zat pewarna dalam air rawa gambut serta ketiganya merupakan hasil pelarutan dari humus [2].



Gambar 1. Struktur asam humat menurut Fuchs (R, Mohadir; N, Hidayati; SJ, 2008)

Sifat fisik dari asam humat yakni berat molekulnya tinggi dan memiliki warna hitam kecoklatan. Asam humat merupakan makromolekul yang memiliki gugus fungsional diantaranya –COOH, –OH fenolat maupun –OH alkoholat [3]. Asam humat ini dapat diekstraksi dari tanah, kayu, batu bara dan air laut

[4]. Asam humat memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang berfungsi sebagai penyerap cahaya matahari. Ikatan rangkap terkonjugasi yang semakin banyak menyebabkan energi matahari yang terserap juga semakin banyak[5].

Dalam proses pengolahan air gambut yang efisien dan ramah lingkungan dapat menggunakan Proses Oksidasi lanjutan atau *Advanced Oxidation Processes* (AOPs) seperti fotolisis, fotokatalis heterogenesis, sonolisis, fenton dan proses foto-fenton, ozonasi dan perlakuan UV/O₃ yang menghasilkan radikal hidroksil oksidatif ($\bullet\text{OH}$) yang kuat dan memiliki kepekaan terhadap oksidan kimia sehingga dapat menghancurkan struktur polutan organik dari sampel[6].

Fotosonolisis merupakan gabungan antara metoda fotolisis dengan metoda sonolisis yang dibantu oleh suatu katalis, sehingga metoda ini disebut juga *Advance Oxidation Processes*(AOPs). Pada metoda fotolisis terjadi proses interaksi molekul air dan radiasi sinar UV. Sedangkan pada metoda sonolisis dihasilkan gelombang mekanik dengan mempengaruhi efek [7].

Seng Oksida (ZnO) adalah suatu semikonduktor yang banyak digunakan sebagai fotokatalis untuk mendegradasi

polutan organik. Seng Oksida (ZnO) merupakan semikonduktor tipe- n yang memiliki celah pita (*band gap*) 3,37 eV dan energi ikat 60 meV. Fotokatalis ZnO termasuk bahan oksidasi yang baik digunakan sebagai fotokatalis, karena memiliki aktifitas katalitik yang jauh lebih baik dari bahan lainnya. Hal ini disebabkan ZnO dapat menyerap cahaya dalam spektrum yang lebih luas dibandingkan bahan semikonduktor lainnya [8].

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kotak fotosonolisis yang terdiri atas 3 buah lampu UV ($\lambda=254$ nm dan dengan daya 15 Watt) 3 buah merk Germicida Yamano dan ultrasonik (45kHz) merk Ultrasonic cleaner Sunshine Csp889, Spektrofotometer UV-Vis merk Agilent 8453 dan peralatan gelas seperti : labu ukur, gelas kimia, erlenmeyer, dan peralatan gelas standar lainnya.

B. Prosedur Kerja

1. Degradasi air rawa gambut dengan metode fotosonolisis

Sebelum mengukur kemampuan degradasi dari senyawa air rawa gambut, langkah awalnya yaitu mengukur panjang gelombang maksimum dari air rawa gambut pada rentang panjang gelombang 200-800 nm (λ_{maks}) yang dapat diserap oleh air rawa gambut.

2. Degradasi air rawa gambut dengan variasi waktu secara fotosonolisis

Air rawa gambut 80 mL dimasukkan kedalam gelas piala 250 mL, kemudian didegradasi dengan cara ditempatkankedalam box untuk disinari dengan lampu UV 45 Watt dan disonifikasi menggunakan alat ultrasonik frekuensi 45 kHz daya 50 Watt selama 30 menit. Hal yang sama dilakukan untuk waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit.

3. Degradasi air rawa gambut dengan variasi massa katalis (ZnO) secara fotosonolisis

Sebanyak 80 mL air rawa gambut dimasukkan kedalam gelas piala 250 mL. Selanjutnyalarutan diberi 0,1 gram Katalis ZnO, ditempatkan dalam box untuk disinari dengan lampu UV 45 Watt kemudian disonifikasi menggunakan alat ultrasonik frekuensi 45 kHz daya 50 Watt selama 120 menit. Hal yang sama dilakukan untuk larutan dalam kondisi penambahan ZnO 0,2 ; 0,3; 0,4; 0,5 gram.

4. Teknik Analisa Data

Menganalisa data yang diperoleh dari hasil analisis air rawa gambut menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Data yang diperoleh berupa absorbansi air rawa gambut kemudian membandingkan sisa larutan uji sebelum dan sesudah didegradasi. Persentase degradasi (%D) dapat dihitung dengan persamaan :

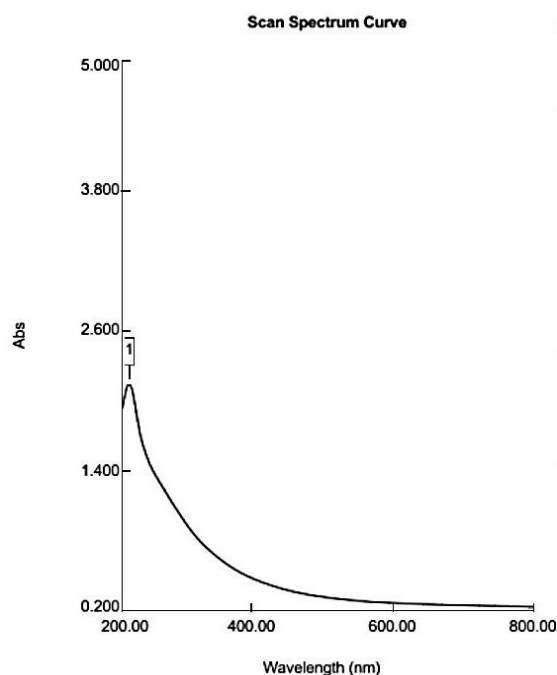
$$D = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\%$$

Dimana, A_0 (cm^{-1}) adalah absorbansi mula – mula, A_t (cm^{-1}) adalah absorbansi pada waktu t.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Degradasi Asam Humat pada Air Rawa Gambut dengan menggunakan Metode Fotosonolisis

Degradasi air rawa gambut dilakukan dengan konsentrasi 1000 ppm. Sebelum mengukur kemampuan degradasi dari senyawa air rawa gambut, langkah awalnya yaitu mengukur absorbansi maksimumnya, dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, dengan rentang gelombang 200 - 800 nm. Untuk mengetahui panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) yang dapat diserap oleh air rawa gambut.



Gambar 2. Data Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum

Berdasarkan data hasil pengukuran, absorbansi maksimum parutan sampel air rawa gambut tanpa diberi perlakuan berada pada panjang gelombang 205 nm dengan nilai absorbansi 2,107. Berdasarkan hk. Beer, absorbansi akan berbanding lurus (linear) terhadap konsentrasi apabila nilai absorbansi 0,2 – 0,8 (0,2 A 0,8) atau juga sering disebut dengan hk. Lamber—Beer. Jika absorbansi. yang diperoleh lebih besar, maka hubungan absorbansi tidak linear lagi. Salah satu faktor yang menyebabkan hal ini terjadi yaitu kesalahan fotometerik normal pada pengukuran, dengan absorbansi yang sangat rendah ataupun yang sangat tinggi.

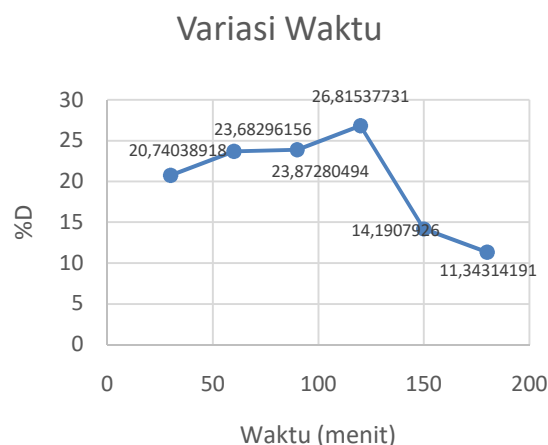
B. Pengaruh Waktu Terhadap Proses Degradasi Asam Humat pada Air Rawa Gambut

Variasi waktu degradasi merupakan salah satu parameter dari metode fotolisis untuk menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran dan sonikasi didalam reaktor fotolisis, absorbansi yang dihasilkan akan semakin rendah. Dengan pertambahan waktu, maka jumlah senyawa organik yang berhasil didegradasi akan meningkat diakibatkan karena bertambahnya radikal•OH yang terbentuk. Radikal•OH yang dihasilkan dari metode fotolisis ini akan lebih

banyak dibandingkan dengan hanya menggunakan metode fotolisis ataupun metode fotolisis [9].

Degradasi air rawa gambut ini dilakukan dengan dua perlakuan yang berbeda, yaitu penentuan pengaruh waktu degradasi dengan penambahan katalis ZnO 0,1 gram dan penentuan pengaruh waktu degradasi tanpa penambahan katalis ZnO.

Berdasarkan data penentuan pengaruh waktu degradasi air rawa gambut dengan penambahan katalis ZnO 0,1 gram dan atau tanpa penambahan katalis ZnO 0,1 gram, nilai absorbansi setelah degradasi tidak stabil dari rentang waktu 30 – 90 menit dan menurun dari rentang waktu 120 – 180 menit waktu penyinaran. Adapun kurva pengaruh waktu degradasi air rawa gambut dapat dilihat pada Gambar 3.



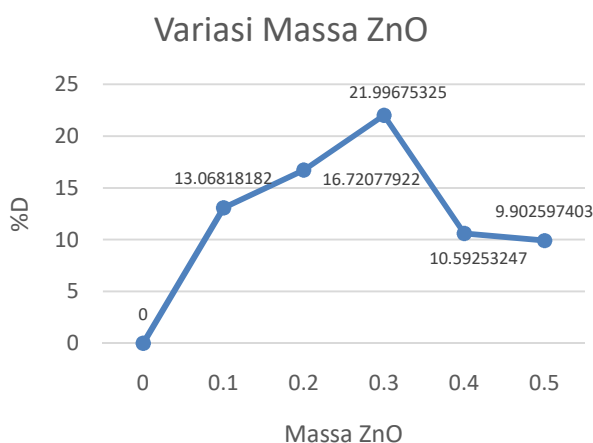
Gambar 3. Pengaruh variasi waktu pada degradasi air rawa gambut terhadap absorbansi

Ditinjau dari kedua hasil perlakuan ini, dengan katalis ZnO 0,1 gram dapat diketahui bahwa pengaruh variasi waktu yang memiliki %D tertinggi terdapat pada waktu 120 menit. Absorbansi yang diperoleh pada variasi waktu 120 menit saja yaitu 1,542 nm. Hal ini diperkirakan telah banyak radikal hidroksil (•OH) yang dihasilkan untuk mendegradasi asam humat pada air rawa gambut menjadi lebih sederhana, sehingga penambahan waktu penyinaran dan sonikasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap absorbansi yang dihasilkan [10].

C. Pengaruh Penambahan Katalis ZnO dalam Proses Degradasi Asam Humat pada Air Rawa Gambut

Variasi massa katalis degradasi merupakan salah satu parameter dari metode fotolisis untuk menunjukkan bahwa semakin tinggi massa katalisnya, absorbansi yang dihasilkan akan semakin rendah. Dengan penambahan massa katalis, maka jumlah senyawa organik yang berhasil didegradasi akan meningkat diakibatkan karena bertambahnya radikal•OH yang terbentuk. Radikal•OH yang dihasilkan dari metode fotolisis ini akan lebih banyak dibandingkan dengan hanya menggunakan metode fotolisis ataupun metode sonolisis.

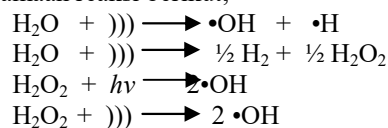
Sebanyak 80 mL air rawa gambut dimasukkan kedalam gelas piala 250 mL. Kemudian larutan diberi 0,1 gram Katalis ZnO, ditempatkan dalam box untuk disinari dengan lampu UV 45 Watt serta disonifikasi menggunakan alat ultrasonik dengan frekuensi 45 kHz daya 50 Watt selama 120 menit. Hal yang sama dilakukan untuk larutan dalam kondisi penambahan ZnO 0,2 ; 0,3; 0,4; 0,5 gram



Gambar 4. Pengaruh variasi katalis pada degradasi air rawa gambut terhadap absorbansi

Ditinjau dari kedua perlakuan ini, pengaruh variasi katalis terhadap degradasi air rawa gambut % D tertinggi diperoleh yaitu 21,99% pada variasi massa katalis ZnO 0,3 gram. Dimana nilai absorbansi yang didapat dari proses Fotolisis selama 120 menit adalah 0,1922 nm.

Mekanisme reaksi dari proses fotolisis dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut,



dimana,))) menunjukkan proses sonikasi dan $h\nu$ menunjukkan proses radiasi ultraviolet (UV) [11].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sutanto, dkk [12]. dan Hidayanto, dkk[13] menyatakan bahwa lapisan tipis fotokatalis ZnO efektif digunakan dalam aplikasi foto degradasi pada rentang panjang gelombang 200 nm sampai 800 nm. Hal ini dikarenakan pada panjang gelombang dibawah 200 nm, komposisi katalis ZnO sukar terdeteksi dan juga masih terdapat atom impuritas yang menyebabkan transisi elektron tidak berada tepat pada pita valensi ke pita konduksi, sehingga adanya penurunan nilai celah pita energi ZnO dari 3,3 eV menjadi 3,01 eV.

IV. KESIMPULAN

Air rawa gambut dapat didegradasi menggunakan metode fotolisis dengan bantuan katalis ZnO, namun hasil yang didapatkan dengan metode fotolisis ini belum efektif. Pengaruh variasi waktu terhadap degradasi air rawa gambut yaitu nilai absorbansi setelah degradasi tidak stabil. Pengaruh variasi katalis terhadap degradasi air rawa gambut yang mana % D tertinggi yang diperoleh yaitu 21,99% pada variasi massa katalis ZnO 0,3 gram. Dimana nilai absorbansi yang didapat dari proses Fotolisis selama 120 menit adalah 0,1922 nm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing dan penasihat akademik, Ibu Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP, Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D. selaku Ketua Prodi Jurusan Kimia FMIPA UNP.

REFERENSI

- [1] Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 /MENKES/PER./IV/2010. Bahasan Tentang persyaratan Kualitas Air Minum.

- [2] Zadow R., 2009, THE REAL DIRT ON Humic Substances, Maximum Yield, Canada, p. 40–44.
- [3] Setyowati, Sri, 2007, Asuhan Keperawatan Keluarga Konsep Dan Aplikasi Kasus, Jogjakarta : Mitra Cendekia.
- [4] Vekariya, dkk . 2016. Groundnut Breeding., Genetic variability, diversity, correlation, and path coefficient analysis in bunch groundnut (*Arachis hypogoea* L). Lap Lamber Academics Publishing, Germany.
- [5] H. Sanjaya, Hardeli, and R. Syafitri, "Degradasi Metil Violet Menggunakan Katalis ZnO-TiO₂ secara Fotosonolisis," *EKSAKTA Berk. Ilm. Bid. MIPA*, vol. 19, no. 1, pp. 91–99, 2018, doi: <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol19-iss01/131>
- [6] Ghazali, S. S., & al, e. (2019). Parameter Affecting Photocatalytic Degradation of POME using Iaca as Photocatalyst. *Proceeding 19*, 1173-1182.
- [7] Safni, Z.(2007). Degradasi Senyawa Alizarin-S Secara Sonolisis dan Fotolisis dengan Penambahan TiO₂ Anatase. *Jurnal Pilar Sains* 7 (1), 36–31.
- [8] Sistesia, D. (2013). Sifat Optis lapisan ZnO:Ag yang Dideposisi Diatas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) dan Aplikasinya Pada Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physic Journal* 1 (4), 71–80.
- [9] Safni, Fitriah. Amelia., Oktanora. Liansari., Hamzar Suyani., Yulizar, Yusuf. 2009. Penggunaan Katalis ZnO–H₂O₂ Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B Dan Alizarin—S. *Jurnal Riset Kimia*. Vol. 3, No. 1
- [10] Widihati, I. Diantariani, N., & Nikmah, Y., F. (2011). Fotodegradasi Metilen Biru Dengan Sinar UV dan Katalis Al₂O₃. *Jurnal Kimia*, 5 (1), 31–42.
- [11] Joseph, C. G. 2015. *Sonolysis, photolysis, and sequential sonophotolysis for the degradation of 2, 4, 6 - Trichlorophenol: the Effect of solution concentration*. *Chemical Engineering Communications*, 202(8), pp. 1061–1068.
- [12] Sutanto, Heri, dan Singgih Wibowo. 2015. *Semikonduktor Fotokatalis Senyawa Oksida dan Titania. (Sintesis, Deposisi dan Aplikasi)*. Semarang.: Telescoope.
- [13] Hidayanto., E, Sutanto., H, & Firdausi., K., S., (2013). Pembuatan Lapisan Fotokatalis Zinc Oxide (ZnO) dengan Teknik Spray Coating Dan Aplikasinya Pada Pengering Jagung *Berkala Fisika*, 16(4), 119–124.