

PHOTOTRANSFORMATOR HUMIC ACID USING CU DOPING TiO₂ SEMICONDUCTORS

FOTOTRANSFORMATOR ASAM HUMAT MENGGUNAKAN SEMIKONDUKTOR TiO₂ DOPING CU

Rahma Zila¹⁾, Rahadian Zainul²⁾

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420*

¹Rahmazila120697@gmail.com

²rahadianzmsiph@yahoo.com

Abstract — Synthesis of Cu doping TiO₂ was carried out by sol-gel method, Cu concentration used was 5% calcined at 4000C then characterized by XRD then applied to degrade humic acid using a variation of hours ie 1 to 5 hours, optimum decrease in humic acid occurred at 3 hour which is 52.21%.

Keywords: Humic Acids, TiO₂, Sol-Gel Method

I. Pendahuluan

Asam humat merupakan senyawa organik heterogen yang memiliki terdegradasi serta secara umum berwarna kuning hingga hitam. Munculnya zat humat di perairan [1] alami (misalnya, danau, sungai, dan air tanah) dapat menyebabkan beberapa masalah lingkungan atau kesehatan [2]. Zat humat akan memberikan warna kuning atau coklat yang tidak diinginkan dan berfungsi sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme [3]. Asam humat dapat berikatan dengan logam berat [4] dan polutan organik, yang membuat racun ini lebih sulit untuk diuraikan dan yang paling penting asam humat merupakan prekursor utama zat karsinogenik seperti trihalomethanes (THMs), yang terbentuk selama proses klorinasi dalam produksi air minum. Oleh karena itu pengolahan asam humat pada perairan telah mendapat perhatian yang cukup besar [5].

Berbagai proses yang telah dikembangkan untuk mendegradasi senyawa humat seperti koagulasi, adsorpsi dan pemisahan membran. Koagulasi menggunakan aluminium sulfat telah banyak dilakukan Namun, konsentrasi aluminium tinggi dalam lumpur sulit dibuang dan konsentrasi aluminium dalam air yang diolah melebihi syarat yang direkomendasikan untuk air minum [6]. adsorpsi karbon aktif juga memiliki dua kelemahan berikut; biaya dari Karbon aktif tinggi dan penghilangan zat humat terbatas karena berat molekulnya yang tinggi [7].

Selama beberapa tahun terakhir ditemukan cara untuk mendegradasi asam humat yaitu dengan fotokatalis [8] dengan menggunakan semikonduktor TiO₂ karena mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti tingginya sifat

pengoksidasi, stabil secara fisika dan kimia, tersedia luas, tidak beracun dan aktivitasnya tinggi [9]. TiO₂ adalah salah satu logam transisi yang memiliki tiga struktur Kristal utama yaitu rutil, anatase dan brookite fase rutil adalah bentuk paling stabil TiO₂. Rutil terbentuk pada suhu tinggi dan tekanan. Anatase dan brookite dilaporkan dapat diubah menjadi fase rutil di ukuran partikel di atas 14 nm [10]. Berbagai aplikasi semikonduktor telah dilaporkan untuk konversi energi [11] termasuk air photosplitting [12][13]. transformasi asam humat [14] dan Indoor [15] lampu fotovoltaiik [16]. akan tetapi semikonduktor TiO₂ memiliki energi band gap yang tinggi yaitu 3,2 eV, sehingga untuk memperkecil energi band gap dari TiO₂ maka perlu dilakukan pendopingan dengan dopan tertentu. Agen pendoping yang diketahui dapat meningkatkan sifat optis dan fotokatalitik dari TiO₂ adalah ion tembaga (Cu²⁺) [16] karena tembaga tersebut merupakan salah satu unsur logam transisi yang jumlahnya melimpah di bumi serta memiliki jari-jari ion Cu²⁺ (0,68 Å) yang hampir mendekati dengan jari-jari Ti⁴⁺ yaitu (0,74 Å) sehingga dapat bergabung dalam kristal TiO₂ [17]. Pendopingan dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel [18] untuk mempermudah preparasi dalam mensintesis material yang berukuran kecil, selain itu metode sol-gel juga mudah dalam kontrol komposisi kimia, mempunyai stabilitas panas yang baik, dapat dilakukan pada suhu rendah dan biaya yang relatif murah [19].

II. Metodologi

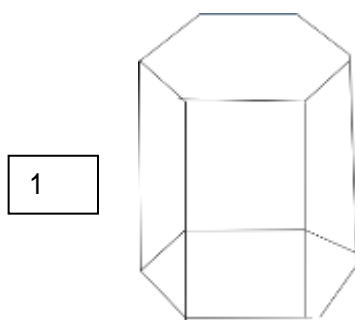
A. Alat dan Bahan

Alat yang untuk preparasi material fotokatalis TiO₂ didoping Cu menggunakan metode sol-gel yaitu : beaker gelas (pyrex),

gelas ukur, magnetic-stirrer, cawan porselen, pipet volume dan spatula, Kemudian alat untuk membuat reaktor desain reaktor, kaca dan Lem. Alat untuk mengkarakterisasi fotokatalis TiO₂ didoping dengan Cu adalah X-Ray Diffraction (XRD) bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :asam humat, Titanium (IV) tetra isopropoksida (Ti(OCH(CH₃)₂CHOH), Tembaga (II) klorida dihidrat (CuCl₂2H₂O), Aquades (H₂O),HNO₃ p.a

B. Pembuatan Desain Reaktor

Pembuatan reaktor diawali dengan menyediakan kaca transparan dengan ketebalan 3mm kemudian memotong kaca dengan tinggi 15 cm dan lebar 7 cm kemudian kaca tersebut dilem membentuk segienam.



Keterangan :

1. Kaca transparan

C. Preparasi Fotokatalis TiO₂ didoping Cu 5% dengan menggunakan Metode Sol-Gel

Sebanyak 8,4 ml titanium (IV) tetra isopropoksida (TTIP) dicampurkan dengan 8 ml isopropanol kemudian dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit (larutan A). kemudian menambahkan (CuCl₂ 2H₂O) yang sudah dilarutkan dalam 2 ml isopropanol kedalam larutan A dan homogenkan dengan kecepatan konstan yaitu 10 menit. Larutan B dipreparasi dengan mencampurkan 10 ml isopropanol dengan 1 ml aquades dan homogenkan selama 15 menit, lalu larutan B sedikit demi sedikit ditambahkan dalam larutan A. Kedua larutan dihomogenkan sampai terbentuk sol kemudian sol yang terbentuk di furnace pada suhu 4000C selama 2 jam, selanjutnya dilakukan uji dengan XRD [20].

D. Uji Aktivitas Fotokatalis untuk Degradasi Asam Humat

Dalam melakukan uji katalis ini digunakan asam humat sebagai polutan atau bahan yang akan diuraikan (degradasi). Proses degradasi ini melibatkan cahaya untuk mempercepat reaksi yang biasa disebut fotodegradasi. Asam humat terlebih dahulu

dibuat dengan konsentrasi 20 ppm. Larutan ini diperoleh dengan cara menimbang asam humat sebanyak 0,02 gram kemudian dilarutkan dalam 1000 ml aquades. Proses tahapan pertama dimulai dengan mengambil 200 ml larutan asam humat 20 ppm dimasukkan kedalam reaktor kemudian dimasukkan sol yang sudah terbentuk dari sintesis TiO₂ didoping Cu, sebelum dimasukkan sol tersebut terlebih dahulu dikalsinasi pada suhu 400 0C selama 2 jam, variasi waktu yang digunakan yaitu 1 sampai 5 jam selanjutnya mengukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV- Vis

III. Hasil dan Pembahasan

A. X-Ray Diffraction (XRD)

Telah dilakukan preparasi katalis TiO₂ doping Cu menggunakan metode sol gel dan dikarakterisasi menggunakan XRD. XRD untuk memberikan informasi tentang struktur, fase, tekstur, kristalinitas, dan ukuran Kristal. Analisa XRD yang dilakukan terhadap katalis TiO₂ doping Cu sebanyak 5 % dan dikalsinasi pada suhu 4000C menunjukkan munculnya puncak- puncak Kristal, dimana secara teoritis TiO₂ mempunyai tiga bentuk struktur yaitu anatase, brookite dan rutil [18]. Anatase mempunyai 2θ tertinggi 25,280 (101) dan 48,040 (200), rutil mempunyai 2θ tertinggi 27,440 (110) dan 39,8 (200) (JCPDS card No. 12-1272 dan 29-1360).

Metode karakterisasi ini berbentuk puncak-puncak yang menunjukkan adanya pola difraksi yang khas dari suatu senyawa. intensitas dan nilai FWHM dari puncak yang bervariasi sepanjang nilai 2θ yang terdapat pada difraksi yang menunjukkan perbedaan distribusi atom atau senyawa dalam satuan sel sampel [21].

Difraksi yang di peroleh dari karakterisasi kemudian di hitung dengan persamaan Debye-Scherrer untuk mengetahui ukuran Kristal. berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka di peroleh struktur Kristal nya yaitu anatase. Anatase merupakan fasa stabil dan terbentuk pada suhu rendah. Umumnya anatase menampilkan aktivitas fotokatalitik yang jauh lebih tinggi dari pada rutil dan brookite karena memiliki luas permukaan yang lebih banyak sehingga sisi aktifnya juga banyak dan mengakibatkan kemampuan untuk mendegradasi suatu senyawa (asam humat) juga semakin bagus. grafik dibawah ini menunjukkan suatu proses degradasi asam humat dengan menggunakan katalis TiO₂ doping Cu serta menggunakan variasi jam



Proses fotodegradasi memerlukan suatu fotokatalis untuk mempercepat laju reaksi [22] Prinsip fotodegradasi adalah adanya loncatan electron dari pita valensi ke pita konduksi pada fotokatalis yang dikenai oleh energi foton. Loncatan electron ini menyebabkan hole (lubang electron) yang dapat berinteraksi membentuk radikal. radikal bersifat aktif dan dapat berlanjut untuk menguraikan senyawa target. Fotokatalis yang digunakan pada penelitian ini yaitu TiO₂ doping Cu serta dengan menggunakan energy foton dari cahaya matahari langsung, [23] sedangkan variabel yang digunakan yaitu pengaruh lamanya waktu penyinaran. Tujuan penentuan waktu penyinaran sinar matahari untuk mengetahui keefektifan proses fotokatalis TiO₂ doping Cu dalam mendegradasi asam humat. [24] Waktu penyinaran sinar matahari dilakukan dengan variasi jam yaitu 1 sampai 5 jam.

Grafik di atas menjelaskan tentang pengaruh penambahan waktu terhadap degradasi asam humat dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dimana waktu yang digunakan dimulai dari 1 sampai 5 jam. Penurunan absorbansi optimum pada asam humat tersebut terjadi pada saat waktu 3 jam yaitu 52,21 % hal ini disebabkan karena pada waktu 3 jam terjadi kontak antara katalis dan asam humat yang sempurna serta luks cahaya yang di serap tinggi [25]

IV. Kesimpulan

Penurunan absorbansi asam humat di pengaruhi oleh luks cahaya, semakin tinggi fluks cahaya yang di terima maka penurunan absorbansi asam humat yang dihasilkan juga semakin tinggi.

REFERENSI

[1] Zykova V. Maria,Igor A. Schepetkin , MikhailV.Belousov.2018.Physicochemical Characterization and Antioxidant Activity of Humic Acids Isolated from Peat of Various Origins. *Molecules* 2018, 23- 753.

[2] Kuokkanen V,Z mkuokkanen, T ramo andJulassi.2015.ElectrocoagulationTreatme nt of peat bog drainage water containing humicsubstances.water research.79:79-7doi:org/10.1016/j watres.

[3] Zainul Rahadian, Nurashikin Abd Aziz Illyas MdIsa,Norhayati Hashim Mohamad Syahrizal, Ahmad Mohamad Idris Saidin

and Siriboon Mukdasai. 2019. Zinc/ Aluminium–QuincloracLayered Nanocomposite Modified Multi-Walled Carbon Nanotube PasteElectrode for Electrochemical Determination of Bisphenol. *MDPI.Sensors*2019,19,941;doi:10.3390/s19 040941

[4] Wiszniowski,J;Robert,D;SurnaczGorska,J; Mi ksch,K;Weber,J V.2002. Photocatalytic Decomposition of Humic Acids on TiO₂. Part1:Discussion of Adsorption and Mechanism.*photochem.152:267-273.*

[5] Zainul Rahadian.2019. The Performance of Hydrogen Generator based on a 4/4 Al-Cu Plates Designed Sandwich. *Eksakta* Vol. 20 Issue 1

[6] Jung, J.-T; Choi, J.-Y.; Chung, J.; Lee, Y.- W;Kim,J.O.2009.UV/TiO₂andUV/TiO₂/Ch e mical Oxidant Processes for the Removal of Humic Acid, Cr and Cu in Aqueous TiO₂ Suspensions. *Environ.Technol.*30: 225-232.

[7] Zainul, Rahadian Effendi, Jon dan Mashuri, Mashuri. 2019. Phototransformation of Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) Surfactant Using ZnO-CuO Composite Photocatalyst. *KnE Engineering*; 235–247 235–247.

[8] Laysandra Livy, Meri Winda MasnonaKartika Sari,Felycia Edi Soetaredjo, Kuncoro Foe.2017.Adsorption and photocatalytic performance of bentonite-titanium dioxide composites for methylene blue and rhodamine Bdecoloration. *Heliyon*3 (2017) e00488. doi: 10.1016/j.heliyon.2017.e00488.

[9] Arizka Tamarani, Rahadian Zainul, Indang Dewata. 2018. Preparation and Characterization of XRD Nano Cu-TiO₂ using Sol-Gel Method.

[10] Zainul R. 2016. Determination of the half-life and the quantum yield of ZnO semiconductor photocatalyst in humic acid. *Der Pharmacia Lettre*, 2016, 8 (15):176-179.

[11] Zainul R, Alif A, Aziz H, Yasthopi A, Arief S,Syukri 2015 Photoelectrospitting Water for Hydrogen Production Using Illumination of Indoor Lights, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 7(11) pp. 57-67

[12] Zainul R 2015 Disain dan Modifikasi Kolektordan Reflektor Cahaya pada Panel SelSuryaAl/Cu2O-Gel Na2SO4, *Research Report, LP2M Universitas Negeri Padang 1*

[13] Zainul R 2016 Determination of the Half-Life an dthe Quantum Yield of ZnO SemiconductorPhotocatalyst in Humic Acid *Der Pharmacia Lettre* 8 pp. 176-179.

[14] Zainul R, Admin Alif, Hermansyah Aziz, Syukri Arief dan Syukri.2015 Disain

- Geometri Reaktor Fotosel Cahaya Ruang.J.Ris. Kim. Vol. 8, No. 2, Maret 2015.
- [15] Zainul R 2015 Disain dan Modifikasi Kolektor dan Reflektor Cahaya pada Panel Sel SuryaAl/Cu2O-Gel Na2SO4, Research Report, LP2M Universitas Negeri Padang 1
- [16] Zainul R .2016. Design and Modification of Copper Oxide Electrodes for Improving Conversion Coefficient Indoors Lights (PV-Cell) Photocells. Der Pharma Chemica, 2016, 8
- [17] Hernández, Jesús Vargas., Sandrine Coste., Antonieta García Murillo., Felipe Carrillo Romo dan Abdelhadi Kassiba. 2017. Effects of Metal Doping (Cu, Ag, Eu) on the Electronic and Optical Behavior of Nanostructured TiO2. Journal of Alloys and Compounds.doi:10.1016/j.jallcom.2017.03.275.
- [18] Zainul R, Alif A, Aziz H, Arief S, Darajat S 2015 Modifikasi dan Karakteristik I-V Sel Fotovoltaik Cu2O/Cu-Gel Na2SO4 Melalui Illuminasi Lampu Neon, Eksakta Berkala Ilmiah Bidang MIPA 2 50
- [19] Guo, X., Rao, L., Wang, P., Wang, C., Ao, Y., Jiang, T. and Wang, W.2018.Photocatalytic properties of P25-doped TiO2 composite film synthesized via sol-gel method on cement substrate. J Environ Sci (China).66:71-80. Doi:10.1016/j.jes.2017.05.029.
- [20] Thangraj, A Nixon., C Ravi Samuel Raj dan W Jose Benita Regilet. 2017.photocatalytic Behavior of Copper Doped and Copper-Thiourea Codoped TiO2 Nanoparticles on Rhodamine B Dye Under Solar Light Irradiation. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.9(5):257-264.
- [21] Srivastava, s., Kumar, M., Agrawal A., Dwivedi SK.2013. Implantation of Titanium Dioxide With Transition Metal Ions. Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978-1-62417-024-9
- [22] Zainul, R., et al. Thermal and Surface Evaluation on The Process of Forming a Cu2O/CuO Semiconductor Photocatalyst on a Thin Copper Plate. in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. IOP Publishing.
- [23] Zainul, R., et al., Zinc/Aluminium– Quinclorac Layered Nanocomposite Modified Multi-Walled Carbon Nanotube Paste Electrode for Electrochemical Determination of Bisphenol A. Sensors, 2019. 19(4): p. 941.
- [24] Zainul, R., Determination of the half-life and the quantum yield of ZnO semiconductor photocatalyst in humic acid. 2016
- [25] Zainul, R., Effect of Temperature and Particle Motion against the ability of ZnO Semiconductor Photocatalyst in Humic Acid. 2016.