

Pengaruh Penambahan *Diethanolamine* (DEA) Pada SnO₂ Dalam Degradasi *Methyl Orange*

Miftah Patriela^{1*}, Hary Sanjaya², Septian Budiman³

^{1,2} Kimia, Universitas Negeri Padang

³ *Nanoscience and Technology*, Universitas Chulalongkorn

^{1*} miftahpatriela1@gmail.com, ² hary.s@fmipa.unp.ac.id, ³ septianbudiman30@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
Masuk: 25 Januari 2024	Pengelolaan air limbah domestik di Indonesia masih menghadapi tantangan teknis dan non-teknis. Nanopartikel SnO ₂ dapat digunakan sebagai fotokatalis untuk medegradasi polutan organik menjadi produk yang ramah lingkungan berupa CO ₂ dan H ₂ O. Metode yang digunakan untuk uji aktivitas fotokatalis menggunakan metode fotolisis. Hasil degradasi <i>methyl orange</i> didapatkan sebesar 87.89% dengan SnO ₂ dengan penambahan 1.5 mL <i>Diethanolamine</i> (DEA) sedangkan nilai optimum degradasi <i>methyl orange</i> dengan SnO ₂ tanpa penambahan aditif didapatkan lebih kecil sebesar 3.63%. Hal ini menunjukkan efektivitas fotokatalis pada nanopartikel SnO ₂ dengan penambahan DEA.
Diterima: 30 Januari 2024	
Diterbitkan: 07 Februari 2024	
Kata Kunci: Nanopartikel SnO ₂ , Fotokatalis <i>Diethanolamine</i> , <i>Methyl Orange</i>	

PENDAHULUAN

Di Indonesia, pengelolaan air limbah domestik masih menghadapi masalah teknis dan non-teknis. Ada beberapa informasi yang menunjukkan bahwa pengelolaan air limbah domestik sangat kurang. Hal ini dapat berdampak pada kualitas hidup penduduk serta risiko pencemaran. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah didefinisikan sebagai sisa dari usaha dan atau kegiatan cair yang dibuang ke lingkungan dan dianggap dapat menurunkan kualitas lingkungan. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga dan industri. Dengan penambahan rata-rata 5 juta m³ setiap tahun, volume air limbah di Indonesia meningkat sebesar 50% dari jumlah jenis kandungan sebelumnya. Jenis dan volume yang ditambahkan sangat memengaruhi kemampuan lingkungan untuk menetralkannya (Nilasari et al., 2016). Oleh karena itu, upaya tambahan diperlukan untuk mengurangi tingkat pencemaran air limbah. Semikonduktor adalah bahan yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik dalam rentang waktu tertentu. Kinerja sel surya, foto elektrokatalis, dan foto katalis sangat dipengaruhi oleh sifat listrik dan optik semikonduktor. (Wang et al., 2021).

Tinimah dioksida (SnO₂), semikonduktor oksida tipe-n, memiliki konduktivitas listrik yang baik. Memiliki celah pita sebesar 3,6 eV (Kose et al., 2015). SnO₂ tampaknya cocok untuk berbagai aplikasi, seperti sensor gas, katalis, baterai, transistor, sel surya, dan elektoda transparan karena pita optiknya yang lebar dan transparansinya terhadap panjang gelombangnya (Patel et al., 2021). Uji aktivitas fotokatalis nanomaterial SnO₂ dengan metode fotolisis. Fotolisis adalah proses pemutusan ikatan senyawa organik dengan bantuan energi foton ultraviolet yang tepat. Partikel fotokatalis menyerap sinar matahari (UV) untuk membentuk dua pasangan elektron dan lubang ketika bahan fotolitik terkena cahaya, menyebabkan reaksi kimia (Bhernama et al., 2015).

Metode sol-gel memiliki banyak kelebihan dalam penelitian ini. Ini termasuk homogenitas produk yang baik, kemudahan untuk mengontrol komposisi, penggunaan temperatur yang relatif rendah, area pelapisan yang luas, biaya peralatan yang rendah, sifat optik yang baik, sederhana, dan tingkat pemakaian energi dan bahan yang rendah (Ilican et al., 2008). Zat aditif dapat membuat material homogen, penstabil, dan meningkatkan stabilitas termal dan ketahanan oksidasi semikonduktor (Widodo, 2020). Mereka juga dapat mempengaruhi morfologi material SnO₂ sehingga menghasilkan material yang ideal (Ningsih, 2016). Menurut Fathia (2018), untuk meningkatkan sifat dan aplikasi nanopartikel senyawa oksida, diperlukan penggunaan aditif sebagai capping agent. Penggunaan DEA dalam sintesis semikonduktor memiliki beberapa keuntungan, termasuk meningkatkan konduktivitas listrik, ketahanan terhadap oksidasi, dan sifat optik pada semikonduktor. Oleh karena itu, untuk menghasilkan material dengan kehomogenan yang tinggi, DEA harus digunakan sebagai aditif dalam sintesis SnO₂ dengan metode sol-gel (Kasuma et al., 2020).

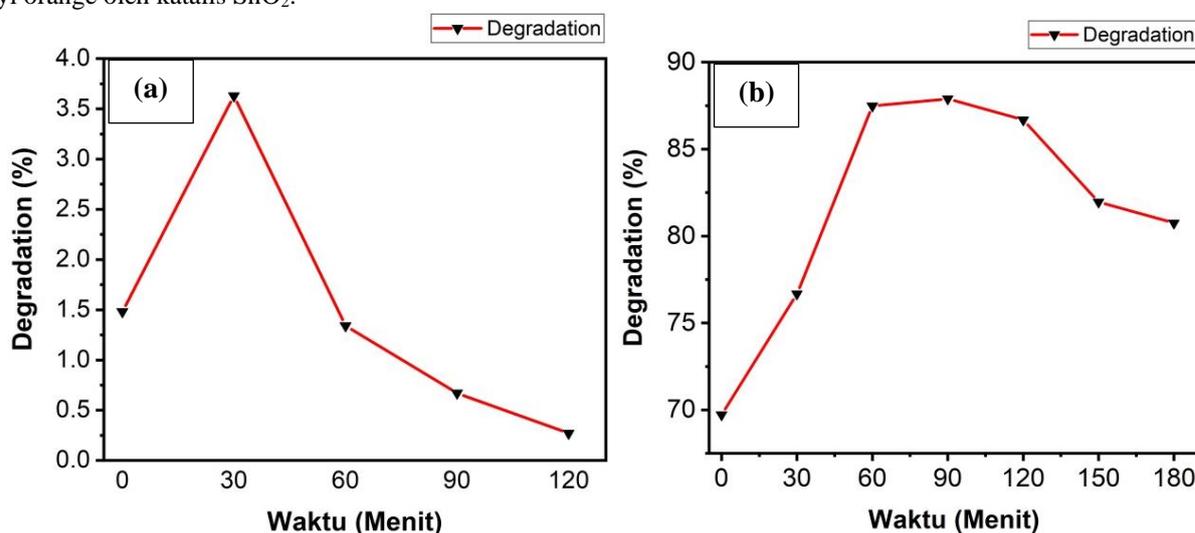
METODE

Alat-alat yang digunakan adalah gelas piala, *stirrer bar*, tabung reaksi, labu ukur, spektrofotometer UV-Vis (*Thermoscientific Genesys 30*) dan 3 buah lampu UV 15 watt (Yamano).

0.1 gram *methyl orange* dilarutkan dalam 100 ml (1000 ppm) aquades dalam labu ukur, kemudian dipipet 10 ml larutan induk *methyl orange* dan dilarutkan dalam labu ukur 1000 ml (10 ppm). 0.1 gram fotokatalis ditambahkan ke 100 ml larutan *methyl orange*. Sebelum disinari ultraviolet, larutan diaduk dalam ruang gelap selama tiga puluh menit untuk mencapai keseimbangan adsorpsi dan desorpsi. Selanjutnya, waktu iridiasi fotolisis diatur menjadi 0, 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Lima mililiter larutan diambil pada setiap interval dan kemudian disentrifugasi selama sepuluh menit untuk menghilangkan partikel. Untuk mengukur absorpsi larutan supernatan, spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 464 nm digunakan (Hou et al., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, aktivitas fotokatalis SnO₂ dengan *Methyl Orange* (MO) diuji di bawah sinar ultraviolet. Ini dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 325-700 nm untuk mengukur serapan maksimum MO, yang mencapai 464 nm dengan nilai absorban 0.743. Dalam penelitian ini, degradasi MO dilakukan dengan SnO₂ 1 mmol tanpa DEA dan dengan SnO₂ 1 mmol dengan penambahan 1.5 mL DEA. Tujuan dari proses ini adalah untuk membandingkan nilai degradasi dan mengetahui seberapa efektif masing-masing pilihan katalis. Dalam penelitian ini, variasi waktu degradasi mulai dari nol menit, tiga puluh menit, enam puluh menit, sembilan puluh menit, dua puluh menit, seratus menit, dan seratus delapan puluh menit. Gambar 13 menunjukkan hasil degradasi *methyl orange* oleh katalis SnO₂.



Gambar 1. (a) Persentase Degradasi *Methyl Orange* dengan SnO₂ 1 mmol Tanpa DEA (b) Persentase Degradasi *Methyl Orange* dengan SnO₂ 1 mmol dengan penambahan DEA

Gambar 1 (a) menunjukkan nilai persen degradasi MO yang ideal dengan SnO₂ 1 mmol tanpa DEA sebesar 3,63% dengan waktu degradasi 30 menit; nilai persen degradasi MO dengan SnO₂ 1 mmol dengan 1.5 mL DEA sebesar 87,89% dengan waktu degradasi 90 menit; dan gambar 13 (b) menunjukkan nilai persen degradasi MO yang ideal dengan SnO₂ 1 mmol dengan 1.5 mL DEA sebesar 87,89% dengan waktu degradasi 90 menit. Kontak antara larutan MO dengan katalis SnO₂ dengan bantuan sinar ultraviolet menyebabkan penurunan nilai absorban. Proses ini meningkatkan jumlah radikal •OH yang menyerang pewarna untuk memberikan ikatan yang stabil pada pewarna, sehingga meningkatkan persen degradasi MO dengan katalis SnO₂. Kelebihan •OH yang dihasilkan bereaksi dengan H₂O₂, menyebabkan peningkatan nilai absorban (Ningsih et al., 2021). Menurut hasil yang ditunjukkan pada gambar 1, SnO₂ dengan penambahan DEA mendegradasi MO dengan lebih baik daripada nanomaterial SnO₂ tanpa penambahan DEA. Ukuran partikel dan nilai *bandgap* pada material memengaruhi tingkat degradasi MO. Reaksi akan berjalan lebih cepat karena energi kinetik partikel yang lebih kecil. Jika ukuran partikel berkurang, energi *bandgap* antara pita konduksi dan valensi meningkat. Hal ini disebabkan oleh pembatasan antara lubang dan elektron. Elektron dapat dengan mudah tereksitasi dan menghasilkan OH jika nilai *bandgap*-nya kecil. Akibatnya, aktivitas katalitiknya meningkat di bawah cahaya (Ningsih et al., 2021).

KESIMPULAN

Nilai persen degradasi MO dengan SnO₂ dengan penambahan DEA sebesar 87.89% selama 90 menit sedangkan tanpa penambahan DEA didapatkan nilai persen degradasi MO sebesar 3.63% selama 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa SnO₂ dengan penambahan DEA memiliki efektivitas yang tinggi dalam mendegradasi MO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhernama, B. G., Syafni, & Syukri. (2015). DEGRADASI ZAT WARNA METANIL YELLOW SECARA FOTOLISIS DAN PENYINARAN MATAHARI DENGAN Pendahuluan senyawa aromatik yang kompleks yang biasanya digunakan dalam industri pewarna tekstil, makanan, kertas, dan kosmetik. Senyawa azo merupakan kelompok senyawa. 1(1), 49–62.
- Fathia, A. (2018). Sintesis dan karakterisasi graphene oxide terkombinasi nanopartikel perak dalam fase cair. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hou, L. R., Lian, L., Zhou, L., Zhang, L. H., & Yuan, C. Z. (2014). Interfacial hydrothermal synthesis of SnO₂ nanorods towards photocatalytic degradation of methyl orange. *Materials Research Bulletin*, 60, 1–4. doi:10.1016/j.materresbull.2014.08.006.
- Ilican, S., Caglar, Y., Caglar, M., & Yakuphanoglu, F. (2008). Structural, optical and electrical properties of F-doped ZnO nanorod semiconductor thin films deposited by sol-gel process. *Applied Surface Science*, 255(5), 2353–2359.
- Kose, H., Karaal, S., Aydin, A. O., & Akbulut, H. (2015). Structural properties of size-controlled SnO₂ nanopowders produced by sol-gel method. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 38, 404–412. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2015.03.028>
- Nilasari, E., M. Faizal., & Suheryanto. 2016. Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang). 18:8-13.
- Ningsih, S. K. W., Sanjaya, H., Bahrizal, Nasra, E., & Yurnas, S. (2021). Synthesis of Cu²⁺ Doped ZnO by the Combination of Sol-Gel-Sonochemical Methods with Duck Egg Albumen as Additive for Photocatalytic Degradation of Methyl Orange. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 21(3), 564-574.
- Ningsih, S. K. W. (2016). Sintesis Anorganik. Padang: UNP Press.
- Rahayu, S., Herawati, N., & Wijaya, M. (2020). Sintesis Nanopartikel Mangan Oksida dengan Metode Sol Gel dan Uji Aktivitas Katalitik terhadap Degradasi Zat Warna Rhodamin B. *Jurnal Chemica*, Vol.21(2), 190-199.
- Saini, K. K., Sharma, S. D., Chanderkant, Kar, M., Singh, D., & Sharma, C. P. (2007). Structural and optical properties of TiO₂ thin films derived by sol-gel dip coating process. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 353(24–25), 2469–2473.
- Patel, G. H., Chaki, S. H., Kannaujiya, R. M., Parekh, Z. R., Hirpara, A. B., Khimani, A. J., & Deshpande, M. P. (2021). Sol-gel synthesis and thermal characterization of SnO₂ nanoparticles. *Physica B: Condensed Matter*, 613. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2021.412987>
- Wang, B., Biesold, G. M., Zhang, M., & Lin, Z. (2021). Amorphous inorganic semiconductors for the development of solar cell, photoelectrocatalytic and photocatalytic applications. *Chemical Society Reviews*, 50(12), 6914–6949.
- Widodo, S. (2020). Review Sensor Gas Berbasis Metal Oksida Semikonduktor Untuk Mendeteksi Gas Polutan Yang Selektif Dan Sensitif. *Techno-Socio Ekonomika*, 12(2), 92-112.