



Aplikasi Fotokatalis TiO₂-Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik

(Application of TiO₂-Zeolite Photocatalyst To Reduce Intensity Of Tartrazine Dye Using Photocatalytic Method)

Firmansyah^{1*)}, Moh. Mirzan²⁾, Prismawiryanti³⁾

¹⁾Lab. Penelitian, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

^{2,3)}Lab. Kimia Fisik & Anorganik, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

ABSTRACT

Application of TiO₂-Zeolite as photocatalyst to reduce the intensity of Tartrazine dye using photocatalyst method has been conducted. This research aimed to find the best combination between photocatalytic dose and irradiation time to reduce the intensity of Tartrazine dye. A 100 mL Tartrazin solution with 20 ppm concentration was added with 50, 75, 100, 125 and 150 mg of TiO₂-Zeolite and irradiated with UV-A (365 nm) for 40, 80, 120, 160 and 200 minutes respectively. The result showed that application of 100 mg TiO₂-Zeolite combined with 200 minutes UV-A irradiation had highest ability in reducing the intensity of Tartrazine dye as high as 77,10 %.

Keywords : *TiO₂, Zeolite, Tartrazine, Photocatalyst*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian aplikasi fotokatalis TiO₂-Zeolit untuk menurunkan intensitas zat warna Tartrazin secara fotokatalitik. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kombinasi dosis fotokatalis dan waktu penyinaran terbaik untuk menurunkan intensitas zat warna Tartrazin. Konsentrasi Tartrazin 20 ppm sebanyak 100 mL ditambahkan dengan 50; 75; 100; 125 dan 150 mg fotokatalis TiO₂-Zeolit dengan penyinaran sinar-UVA (365 nm) selama 40; 80; 120; 160 dan 200 menit. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan dosis fotokatalis TiO₂-Zeolit sebanyak 100 mg dengan lama radiasi UV A 200 menit mampu mendegradasi Tartrazin sebesar 77,10 %.

Kata Kunci : *TiO₂, Zeolit, Tartrazin, Fotokatalis*

I. LATAR BELAKANG

Di Indonesia, produksi tekstil dan makanan merupakan salah satu produksi yang paling berkembang. Namun dari perkembangan industri tekstil dan makanan, ada sisi negatif tersendiri, apabila tidak ada pengolahan limbah yang baik. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama dari proses pencelupan dan pewarnaan apabila air limbah celupannya hanya dibuang begitu saja tanpa adanya proses pengolahan lebih lanjut.

Industri tekstil banyak menggunakan zat warna pada proses pencelupannya. Jika tidak ada proses pengolahan limbah terlebih dahulu, maka zat warna ini dapat menjadi salah satu zat pencemar yang dapat mencemari air yang berbahaya. Pewarna tekstil merupakan zat kimia yang sifatnya *non biodegradable*, biasanya pewarna tekstil adalah senyawa dengan gugus azo dan turunannya yang bersifat karsinogen dan sulit diuraikan oleh bakteri (Rao, 2013).

Pewarna turunan azo yang paling sering digunakan dalam industri adalah zat warna Tartrazin atau dikenal juga dengan nama E102. Harganya yang murah dan mudah diperoleh, menyebabkan maraknya penggunaan zat warna ini, sehingga dapat menimbulkan pencemaran yang dapat berbahaya bagi manusia dan

lingkungannya. Oleh karena itu, untuk pengolahan limbah tekstil diperlukan teknik penanggulangan limbah zat warna dengan cara alternatif.

Alternatif yang kini banyak digunakan adalah metode fotodegradasi dengan menggunakan fotokatalis dan sinar UV yang energinya sesuai dengan energi fotokatalis yang digunakan. Pada metode ini, zat warna diurai menjadi molekul yang lebih sederhana dan aman bagi lingkungan. Salah satu contoh bahan semikonduktor yang dapat menjadi fotokatalis adalah Titanium Dioksida (TiO_2), dimanakan kemampuan fotoaktivitasnya yang tinggi dan kestabilan kimia yang tinggi (Kocil *et al.*, 2009). Keunggulan lainnya dari TiO_2 adalah sifatnya yang *non toksik*, mampu mengoksidasi polutan organik dan mereduksi ion logam (Dugandzic *et al.*, 2012).

Telah dilakukan teknik alternatif untuk memperbesar kemampuan dari fotokatalis, yaitu dengan menyisipkan TiO_2 pada Zeolit teraktivasi. Zeolit dipilih karena mempunyai pori-pori yang dapat ditempati oleh TiO_2 tapi masih bisa ditembus sinar UV dan tidak larut dalam air. Disamping itu, Zeolit juga tidak berbahaya bagi lingkungan, sedangkan TiO_2 digunakan karena kemampuan fotodegradasinya yang baik.

Aplikasi Fotokatalis TiO_2 -Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik
(Firmansyah dkk)

II. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah zat warna Tartrazin, TiO_2 , Zeolit, HCl 1 M, Etanol 96 % dan Aquadest.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, Lampu UV *black light*, Spektrofotometer UV-Vis *Perkin-Elmer*, tanur *Nabertherm*, Reaktor fotokatalis ukuran 45 cm x 40 cm x 40 cm, *magnetic stirrer*, alat *sentrifuge Hettich EBA 20*, XRD, FTIR *ABB MB3000*, ayakan 100 mesh dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium

Metode

Sebanyak 20 gram Zeolit alam yang lolos ayakan 100 mesh direndam dalam 100 mL HCl 1 M selama 3 jam. Campuran disaring dan dicuci dengan menggunakan Aquadest hingga filtrat bebas klor yang ditandai dengan tidak adanya endapan bila filtrat ditambahkan AgNO_3 (Anggara dkk, 2013).

Sebanyak 9 gram Zeolit alam teraktivasi asam diambil kemudian dicampurkan dengan 7,2 gram TiO_2 dan 30 mL Etanol 96 %. Campuran diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 jam. Campuran dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 5 jam. TiO_2 -Zeolit dikalsinasi pada suhu 500°C selama 5 jam. TiO_2 -Zeolit yang dihasilkan

dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD dan FTIR (Damayanti dkk, 2014).

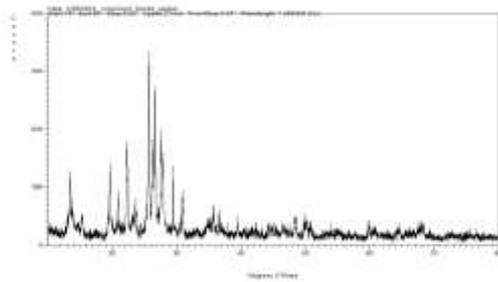
Sebanyak 100 ml sampel Tartrazin dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan TiO_2 -Zeolit dengan dosis 50 mg; 75 mg; 100 mg; 125 mg dan 150 mg dan disinari dengan UV dengan lama penyinaran 40 menit; 80 menit; 120 menit; 160 menit dan 200 menit.

III. HASIL

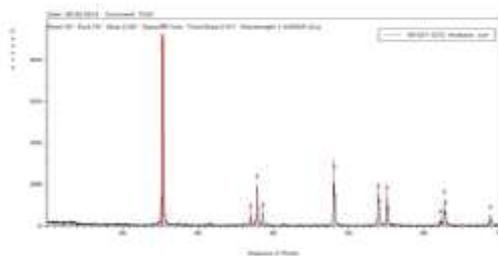
Aktivasi Zeolit menggunakan HCl bertujuan untuk memperbesar pori-pori Zeolit dari kation pengotor seperti Natrium, sehingga akan mempermudah terjadinya dispersi TiO_2 ke dalam pori-pori Zeolit.

Hasil analisis XRD terhadap Zeolit dan fotokatalis TiO_2 -Zeolit diperlihatkan pada gambar 1. Gambar 1 (a) menunjukkan hasil karakterisasi Zeolit alam. Hasil pencocokan data nilai 2θ Zeolit alam dengan standar JCPDS (*Joint Comitte for Powder Diffraction Standard*) no : 06-0239 yang merupakan mordenit, menghasilkan beberapa titik kesamaan diantaranya pada nilai $2\theta = 23,59; 27,68; 36,91; 44,27; 50,08; 54,01; 68,12$ dan $74,95$. Maka dapat disimpulkan bahwa Zeolit alam yang digunakan adalah jenis mordenit. Gambar 1 (b) menunjukkan hasil difraksi sinar-X dari TiO_2 . Hasil difraktogram memberikan informasi bahwa TiO_2 yang digunakan adalah termasuk Anatase, hal ini didukung dengan intensitas yang tajam pada daerah

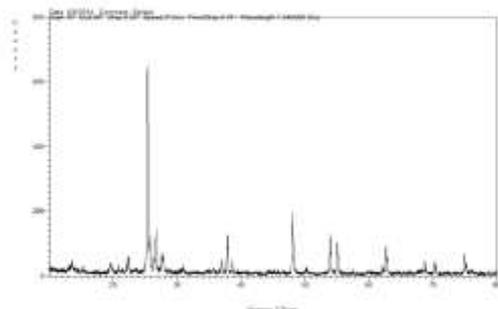
$2\theta = 25,33; 37,84; 48,07; 53,95; 55,11; 62,75$ dan $75,13$ yang mirip dengan JCPDS no : 84-1286 yang merupakan standar Anatase. Gambar 1 (c) menunjukkan TiO_2 terdispersi dengan baik ke dalam pori-pori Zeolit. Hal ini ditunjukkan dengan munculnya intensitas yang tajam dari TiO_2 .



(a)



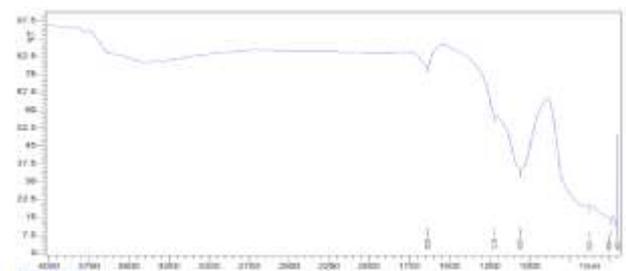
(b)



(c)

Gambar 1. Hasil difraktogram XRD (a) Zeolit alam (b) TiO_2 (c) TiO_2 -Zeolit

Gambar 2. memberikan informasi serapan gugus fungsi pada fotokatalis TiO_2 -Zeolit dengan menggunakan FTIR. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya serapan gugus fungsi OH tekuk yang terikat pada gugus lain pada daerah 1636 cm^{-1} dengan intensitas yang lemah. Hal ini mengidentifikasi terjadinya proses dehidrasi pada Zeolit selama proses kalsinasi berlangsung. Serapan yang kuat pada daerah 1057 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi regangan O-M-O (M = Al dan Si), hal ini mengindikasikan struktur Zeolit tidak mengalami kerusakan selama proses kalsinasi. Gugus fungsi regangan O-Ti-O teridentifikasi di daerah 494 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan TiO_2 telah terdispersi ke dalam pori-pori Zeolit (Utubira dkk, 2006).



Gambar 2. Spektrum FTIR fotokatalis TiO_2 -Zeolit

Tabel 1 memperlihatkan kombinasi dosis fotokatalis dan lama penyinaran terhadap penurunan intensitas zat warna Tartrazin. Dari tabel tersebut terlihat bahwa kombinasi dosis 100 mg dan penyinaran selama 200 menit memberikan persentase pengurangan intensitas zat warna terbaik yaitu 77,10 %,

Aplikasi Fotokatalis TiO_2 -Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik
(Firmansyah dkk)

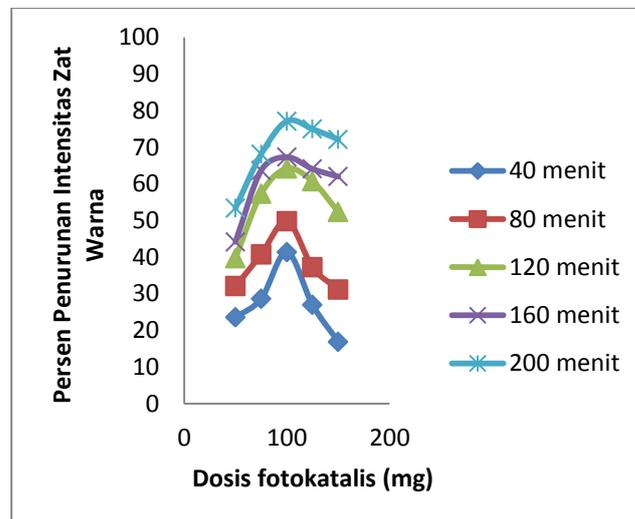
Tabel 1. Kombinasi dosis fotokatalis dan lama penyinaran terhadap penurunan intensitas zat warna Tartrazin

Lama radiasi (menit)	Dosis fotokatalis (mg)				
	50	75	100	125	150
40	23.55%	28.60%	41.35%	26.90%	16.85%
80	32.05%	40.70%	49.80%	37.20%	31.10%
120	39.70%	57.30%	64.15%	60.65%	52.35%
160	44.15%	63.65%	67.30%	64.05%	61.95%
200	53.40%	68.10%	77.10%	74.95%	72.10%

Grafik persen penurunan intensitas zat warna Tartrazin sebagai fungsi dosis fotokatalis diperlihatkan pada gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada pemberian dosis fotokatalis 50 mg hingga 100 mg terjadi kenaikan aktivitas penurunan intensitas zat warna Tartrazin. Hal ini disebabkan semakin mendekati keadaan optimum, radikal hidroksil yang terbentuk akan semakin banyak, sehingga dapat mempercepat terjadinya penurunan intensitas zat warna (Ramadhana, 2013). Namun untuk dosis 125 mg hingga 150 mg terjadi penurunan aktivitas. Penggunaan dosis fotokatalis diatas 100 mg, akan menurunkan kemampuan penurunan intensitas zat warna. Fenomena ini disebabkan naiknya turbiditas (kekeruhan) dari larutan yang diakibatkan dosis fotokatalis yang tinggi. Apabila sinar UV sulit menembus larutan, maka sistem fotokatalis TiO₂-Zeolit akan menyerap lebih sedikit energi. Akibatnya, elektron yang tereksitasi dari pita valensi (orbital 2p atom oksigen) ke pita konduksi (orbital 3d atom Titanium) menjadi lebih

Aplikasi Fotokatalis TiO₂-Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik
(Firmansyah dkk)

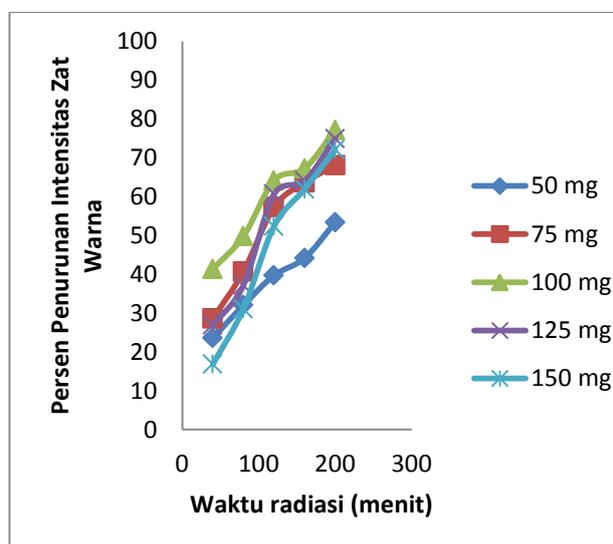
sedikit, sehingga pembentukan radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) yang terbentuk juga menjadi lebih sedikit, karena itu persen penurunan intensitas zat warna juga ikut menurun (Teng Ong *et al.*, 2012).



Gambar 3. Grafik pengaruh dosis fotokatalis terhadap penurunan intensitas zat warna Tartrazin

Gambar 4 menunjukkan bagaimana pengaruh waktu penyinaran fotokatalis menggunakan sinar UV terhadap penurunan intensitas zat warna Tartrazin. Pada gambar tersebut menunjukkan semakin lama waktu penyinaran fotokatalis menggunakan sinar UV, Tartrazin yang mengalami penurunan intensitas juga semakin banyak. Dari grafik tersebut terlihat waktu penyinaran fotokatalis menggunakan sinar UV terbaik untuk menurunkan intensitas zat warna Tartrazin adalah 200 menit. Waktu penyinaran fotokatalis menggunakan sinar UV tersebut berlaku untuk semua variasi

dosis fotokatalis. Makin lama waktu penyinaran fotokatalis menggunakan sinar UV, foton yang diterima fotokatalis makin banyak, sehingga elektron yang tereksitasi juga makin banyak. Elektron dari pita valensi tereksitasi ke pita konduksi diakibatkan menyerap energi dari sinar UV. Akibatnya, akan terjadi kekosongan elektron (*hole*) pada pita valensi. *Hole* (h^+) mampu mengoksidasi molekul air menjadi molekul radikal hidroksil ($\cdot OH$). Radikal hidroksil merupakan oksidator kuat dengan potensial oksidasi sebesar 2,8 V. Dengan kemampuan ini, senyawa organik dapat dioksidasi menjadi bentuk yang lebih sederhana termasuk Tartrazin (Castellote and Bengtsson, 2011).



Gambar 4. Grafik waktu penyinaran fotokatalis menggunakan sinar UV terhadap persen penurunan intensitas zat warna Tartrazin

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan fotokatalis **Aplikasi Fotokatalis TiO₂-Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik** (Firmansyah dkk)

TiO₂-Zeolit untuk menurunkan intensitas zat warna tartrazin yang terbaik adalah 100 mg dan waktu penyinaran selama 200 menit.

IV. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada seluruh staff laboran di laboratorium penelitian jurusan kimia FMIPA UNTAD atas kontribusinya dalam kelancaran penelitian ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, Pri Andi., Wahyuni, Sri dan Prasetya, Agung Tri. 2013. Optimalisasi Zeolit Alam Wonosari Dengan Proses Aktivasi Secara Fisik dan Kimia. *Indo. J. Chem. Sci.* Vol 2 (1)
- Castellote, Marta and Bengtsson, Nicklas. 2011. *Principles of TiO₂ Photocatalyst*. Springer Publishing : New York
- Damayanti, Christiana Adi., Wardhani, Sri dan Purwonugroho, Danar. 2014. Pengaruh Konsentrasi TiO₂ Dalam Zeolit Terhadap Degradasi *Methylene Blue* Secara Fotokatalitik. *Kimia Student Journal*. Vol 1 (1) : 8-14
- Dugandzic, Ivan.M., Jovanovic, Dragana.J., Mancic, Lidija.T., Zheng, Nan., Ahrenkiel, Scott.P., Milosevic, Olivera.B., Saponjic, Zoran.V. and Nedeljkovic, Jovan.M. 2012. Surface Modification of Submicronic TiO₂ Particles Prepared by Ultrasonic Spray Pyrolysis for Visible Light Absorption. *J Nanopart Res.* 14 : 1157
- Kocl, K., Obalova, L., Matejova, L., Placha, D., Lcany, Z., Jirovsky, J. and Solcova, O. 2009. Effect of TiO₂ Particle Size on the Photocatalytic

Reduction of CO₂.*Elsevier*. Vol 89 (3-4)

Ramadhana, Al Kautsar Kurinawan., Wardhani, Sri dan Purwonugroho, Dinar. 2013. Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan TiO₂-Zeolit Dengan Penambahan Ion Persulfat.*Kimia Student Journal*. Vol 1 (2) : 168-174

Rao D.G. 2013.*Wastewater Treatment : Advanced Process and Technologies*. CRC Press : Florida

Teng Ong, Siew., Sim Cheong, Wai and Tse Hung, Yung. 2012. Photodegradation of Commercial Dye, Methylene Blue Using Immobilized TiO₂. *International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering*. Vol 43. (23)

Utubira, Yeslia., Wijaya, Karna., Triyono dan Sugiharto, Eko. 2006. Preparasi dan Karakterisasi TiO₂-Zeolit Serta Pengujiannya pada Degradasi Limbah Industri Tekstil secara Fotokatalitik. *Indo J. Chem*. Vol 6 (3)