



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Aktivitas Fotokatalitik TiO_2 – Karbon Aktif dan TiO_2 – Zeolit pada Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow

Michelle Poluakan ^{a*}, Audy Wuntu ^a, Meiske S. Sangi ^a

^aJurusan Kimia, FMIPA, Unsrat, Manado

KATA KUNCI

fotodegradasi
karbon aktif
zeolit
 TiO_2
remazol yellow

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas fotokatalitik dari modifikasi katalis dan adsorben TiO_2 – karbon aktif dan TiO_2 – zeolit pada degradasi zat warna *remazol yellow*. Penelitian ini menggunakan metode fotodegradasi dengan iradiasi sinar UV. Zeolit sintetis dibuat dari campuran larutan silikat dan larutan aluminat dan karbon aktif yang digunakan adalah arang komersil. Sintesis TiO_2 – zeolit dibuat dengan melarutkan TiO_2 dan zeolit dalam etanol absolut 99% kemudian dikalsinasi. Sintesis TiO_2 – karbon aktif dilakukan dengan cara sonifikasi. Selanjutnya proses fotodegradasi oleh sinar UV terhadap *remazol yellow* yang dibuat dengan variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TiO_2 – karbon aktif mendegradasi *remazol yellow* dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan TiO_2 – zeolit. Persentasi *remazol yellow* terdegradasi oleh TiO_2 – zeolit yang tertinggi sebesar 83% pada konsentrasi awal 20 ppm dan untuk TiO_2 – karbon aktif mampu mendegradasi sampai 95% pada konsentrasi awal 30 ppm.

KEYWORDS

photodegradation
activated carbon
zeolite
 TiO_2
remazol yellow

ABSTRACT

A research has been conducted to determine photocatalytic activities of photocatalyst and adsorbent modifications of TiO_2 - Activated Carbon (TiO_2 -AC) and TiO_2 - Zeolite . This study was done using photodegradation methode by UV light irradiation. Synthetic zeolite was made from mixture of silicat solution and aluminat solution and activated carbon used was obtained from commercial charcoal. The synthesis of TiO_2 – zeolite was made by dissolving TiO_2 and zeolite in absolute ethanol 99% and then calcinated. The synthesis of TiO_2 – activated carbon was made by sonification. The following process was photodegradation by UV light irradiation on *remazol yellow* dye with various concentration of 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, and 50 ppm. The results showed that TiO_2 -AC was capable of degradating *remazol yellow* more than TiO_2 – Zeolite could do. The highest percentage of *remazol yellow* degraded by TiO_2 – Zeolite was 83% on initial concentration of 20 ppm, whereas TiO_2 -AC could do 95% on initial concentration of 30 ppm.

TERSEDIA ONLINE

29 juli 2015

1. Pendahuluan

Industri tekstil yang berkembang pesat saat ini di Indonesia memberikan sumbangsih dalam peningkatan taraf hidup masyarakat namun dibalik itu berpotensi merusak lingkungan. Dampak negatif dari pembangunan industri tekstil tersebut terutama

dari limbah proses pencelupan dimana mengandung zat warna dan logam berat (Riyani et al., 2008). Limbah cair zat warna yang tidak diolah sedemikian rupa berdampak mencemari lingkungan perairan. Menurut Batista et al. (2010) banyaknya molekul zat warna dalam air akan mengganggu

*Corresponding author: Jurusan Kimia FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: michellepoluakan@gmail.com

proses fotosintesis. Selain itu dapat merusak estetika badan perairan akibat munculnya bau busuk.

Salah satu metode yang biasa digunakan untuk mengatasi limbah industri yang mengandung zat warna adalah melalui proses degradasi fotokatalisis TiO_2 yang berfungsi sebagai katalisator dalam degradasi senyawa-senyawa pencemar organik. Proses fotokatalisis dapat memecahkan sejumlah besar variasi senyawa organik menjadi CO_2 , air dan garam mineral sebagai produk hasil degradasi (Subramani et al., 2006).

Semikonduktor TiO_2 telah lama dilaporkan sebagai fotokatalis yang menjanjikan karena harganya yang murah dan memiliki efektifitas yang tinggi. Aktivitas fotokatalitik dari TiO_2 dapat ditingkatkan dengan memodifikasi struktur, luas permukaan dan ukuran partikel (Zaleska, 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Basuki pada tahun 2007, karbon aktif merupakan media adsorpsi yang tepat untuk disisipkan katalis TiO_2 karena dapat menangkap dan menjerap partikel-partikel sangat halus selain itu tidak bersifat racun, mudah didapat dan ekonomis. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Septiani et al. Pada tahun 2013, karbon aktif dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dari TiO_2 dengan memperluas permukaan dari TiO_2 . Dari hasil karakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy*, karbon aktif dapat mencegah penggumpalan antara partikel-partikel TiO_2 .

Modifikasi lain yang juga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dari TiO_2 adalah dengan mengembankan TiO_2 pada zeolit. Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan polimer anorganik berongga yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedral SiO_2 dan Al_2O_3 . Menurut Saputra (2006) secara umum zeolit mampu menyerap, menukar ion dan menjadi katalis, membuat zeolit sintesis dapat dikembangkan untuk keperluan alternatif pengolahan limbah. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Wijaya et al. Pada tahun 2006 bahwa TiO_2 - zeolit mampu mendegradasi zat warna *congo red* hingga 99%.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian fotodegradasi zat warna *remazol yellow* dengan menggunakan modifikasi TiO_2 - karbon aktif dari arang komersil dan juga diuji menggunakan TiO_2 - Zeolit.

2. Metode

2.1. Material

Peralatan utama yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800), lampu UV - A (Himawari T8 - 20 W), oven (Mommert), centrifuge (Gemmy PLC- 025), tanur (RKC IND 88), sonikator (Eyela), timbangan analitik (Adam PW 254), dan peralatan gelas (Iwaki Pyrex).

Bahan-bahan yang digunakan adalah arang komersil yang diperoleh dari PT. Mapalus

Makawanua Charcoal Industry Bitung, zat warna *remazol yellow*, titanium dioksida, silika gel, aluminium hidroksida, natrium hidroksida, etanol, dan akuades.

2.2. Prosedur

2.2.1. Sintesis Zeolit

Pembuatan zeolit mengikuti prosedur yang dikemukakan oleh Wuntu (2002). Silika gel sebanyak 6,164 gram dilarutkan dengan sempurna dalam 40 ml natrium hidroksida 12 M. Setelah semua silika gel larut, ditambahkan 25 ml akuades. Dalam wadah lainnya, 8 gram aluminium hidroksida dilarutkan dalam 40 ml natrium hidroksida 12 M dan setelah larut ditambahkan 25 ml akuades. Kedua larutan selanjutnya dicampur sambil diaduk dan segera ditambahkan 210 ml akuades sambil terus diaduk.

Campuran selanjutnya segera dipindahkan ke dalam wadah plastik tertutup dan dipanaskan dalam oven dengan suhu 90°C selama 4 jam. Setelah itu campuran didinginkan hingga mencapai temperatur ruang lalu didekantasi dan disaring kemudian dicuci dengan akuades hingga filtratnya netral. Kristal yang diperoleh dikeringkan di oven pada suhu 80°C selama 24 jam.

2.2.2. Sintesis TiO_2 - Zeolit

Pembuatan TiO_2 - zeolit dibuat berdasarkan penelitian dari Andari dan Wardhani (2014). Zeolit ditimbang sebanyak 3 gram dan dicampurkan ke dalam 2,4 gram TiO_2 , selanjutnya ditambahkan 10 mL etanol absolut 99 %, diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 5 jam. TiO_2 - zeolit dikeringkan dalam oven selama 5 jam dengan temperatur 120°C , setelah kering TiO_2 -zeolit digerus. Selanjutnya padatan dikalsinasi pada suhu 500°C selama 5 jam.

2.2.3. Sintesis TiO_2 - Karbon Aktif

Modifikasi fotokatalis TiO_2 - karbon aktif berdasarkan prosedur oleh Riyani dan Setyaningtyas (2011) dibuat dengan perbandingan 9,5 : 0,5 gram. TiO_2 dan karbon aktif selanjutnya disuspensikan dalam air demineralisasi, kemudian diletakkan dalam sonikator selama 5 jam, dan disaring. Setelah itu TiO_2 - karbon aktif dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam.

2.2.4. Uji Aktivitas Fotodegradasi *Remazol Yellow* oleh TiO_2 - KA dan TiO_2 - Zeolit

Zat warna dibuat dengan variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Selanjutnya fotokatalis TiO_2 - KA dan TiO_2 - zeolit masing-masing 0,05 gram dimasukkan ke dalam medium. Selanjutnya masing-masing medium untuk setiap fotokatalis dimasukkan ke dalam botol serum dan diletakkan ke dalam reaktor dan diberi sumber sinar dari lampu UV selama 3 jam. Setelah itu medium disaring dan disentrifugasi selama 30 menit. Konsentrasi zat warna dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis dalam panjang gelombang 414 nm.

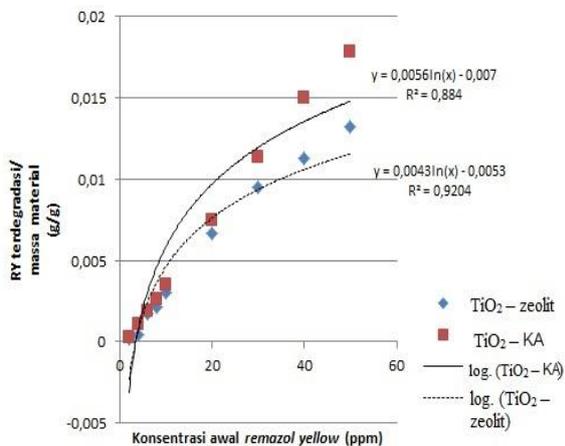
2.2.5. Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow oleh beberapa Material

Fotokatalis TiO₂, KA, zeolit, TiO₂ – KA, TiO₂ – zeolit, dan kontrol tanpa fotokatalis disiapkan. Setelah itu medium (zat warna 20 mL) dibuat dalam konsentrasi 20 ppm. Selanjtnya 0,05 gram masing-masing fotokatalis dimasukkan ke dalam medium. Selanjutnya masing-masing medium dimasukkan ke dalam botol serum dan diletakkan di dalam reaktor dan diberi sumber lampu UV selama 3 jam. Setelah itu medium disaring dan disentrifugasi selama 30 menit. Konsentrasi zat warna dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis dalam panjang gelombang 414 nm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Aktivitas Fotodegradasi Remazol Yellow oleh TiO₂ – KA dan TiO₂ – Zeolit

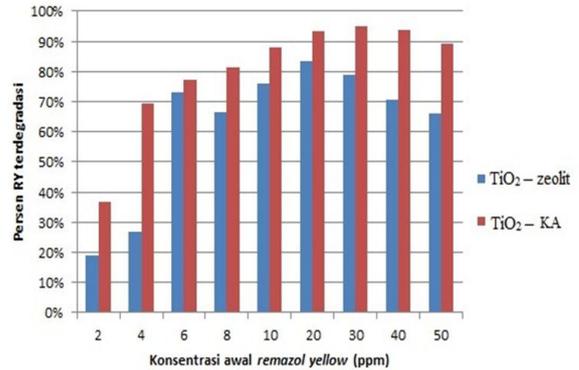
Jumlah zat warna *remazol yellow* yang terdegradasi per gram fotokatalis TiO₂ – KA dan TiO₂ –zeolit pada beberapa konsentrasi awal *remazol yellow* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah *Remazol yellow* yang Terdegradasi per gram material TiO₂ – Zeolit dan TiO₂ – Karbon Aktif pada beberapa konsentrasi *remazol yellow*

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa TiO₂ – karbon aktif mendegradasi *remazol yellow* dalam jumlah yang lebih banyak daripada TiO₂ – zeolit. Kemampuan fotokatalitik yang berbeda pada kedua modifikasi tersebut disebabkan oleh perbedaan perbandingan jumlah material campuran fotokatalis TiO₂ dan adsorben. Pada modifikasi TiO₂ – karbon aktif jumlah material TiO₂ lebih banyak daripada karbon aktif sehingga interaksi antara sinar UV dengan TiO₂ sebagai fotokatalis tidak terhambat, berbeda halnya dengan TiO₂ – zeolit. Modifikasi TiO₂ – zeolit menggunakan campuran TiO₂ dalam jumlah yang lebih sedikit daripada material zeolit. Hal ini mempengaruhi aktivitas fotokatalitik TiO₂. Sinar UV yang datang sedikit terhalangi untuk berinteraksi dengan TiO₂ karena zeolit yang menempel pada permukaan TiO₂ dalam jumlah yang lebih banyak menyebabkan permukaan TiO₂ tidak merata.

Konsentrasi awal zat warna *remazol yellow* pun berpengaruh terhadap jumlah zat warna yang terdegradasi. Grafik persentasi zat warna *remazol yellow* yang terdegradasi oleh TiO₂ – KA dan TiO₂ – zeolit pada beberapa konsentrasi awal *remazol yellow* tersaji dalam Gambar 2.



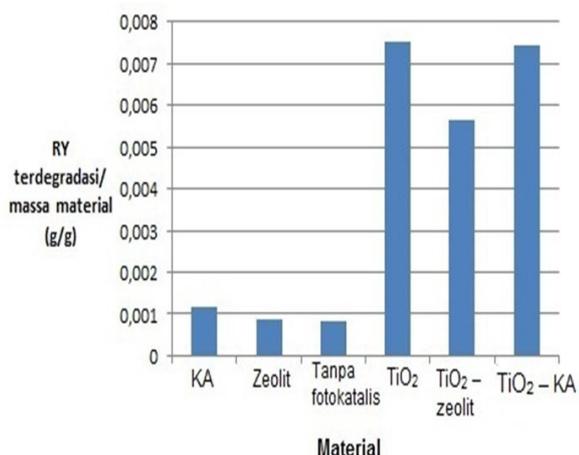
Gambar 2. *Remazol yellow* terdegradasi oleh TiO₂ – Zeolit dan TiO₂ – KA pada beberapa konsentrasi awal *remazol yellow*

Semakin tinggi konsentrasi awal *remazol yellow* semakin banyak jumlah yang terdegradasi. Seperti terlihat pada gambar 3, persentasi zat warna terdegradasi oleh TiO₂ – zeolit meningkat dari konsentrasi awal 2 ppm sebanyak 19% hingga mencapai yang tertinggi pada konsentrasi 20 ppm sebanyak 83%. Untuk TiO₂ – zeolit persentasi zat warna terdegradasi naik dari konsentrasi awal 2 ppm sebanyak 37% sampai yang tertinggi pada konsentrasi awal 30 ppm sebanyak 95%.

3.2. Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow oleh beberapa Material

Jumlah zat warna *remazol yellow* yang terdegradasi oleh beberapa material pada konsentrasi awal *remazol yellow* 20 ppm disajikan dalam Gambar 3.

TiO₂ mendegradasi zat warna dalam jumlah lebih banyak karena peran utamanya sebagai fotokatalis yang membantu sinar UV untuk menyerang zat warna. Fotodegradasi *remazol yellow* oleh TiO₂ – KA memperlihatkan aktivitas fotokatalitik yang lebih tinggi daripada TiO₂ – zeolit karena jumlah material dalam campuran TiO₂ – KA mengandung lebih banyak material TiO₂ sedangkan campuran TiO₂ – zeolit mengandung lebih banyak material zeolit daripada TiO₂. Jumlah material adsorben yang lebih banyak daripada fotokatalis TiO₂ membuat permukaan fotokatalis tidak merata sehingga interaksi antara sinar UV dan fotokatalis tidak maksimal. Sinar UV yang berinteraksi dengan TiO₂ menjadi sedikit terhalang oleh material adsorben yang lebih banyak daripada material TiO₂.



Gambar 3. Jumlah Remazol yellow Terdegradasi oleh beberapa Material (Konsentrasi awal RY: 20 ppm, massa material: 0,05 g)

Hasil fotodegradasi zat warna *remazol yellow* menggunakan material karbon aktif dan material zeolit menunjukkan aktivitas fotodegradasi yang lebih rendah dibandingkan fotodegradasi yang menggunakan campuran TiO₂ - zeolit dan TiO₂ - KA. Hal ini dikarenakan zeolit dan karbon aktif berperan sebagai adsorben yang berfungsi untuk mengikat zat warna namun tidak memiliki kemampuan fotokatalitik. Sejumlah kecil zat warna *remazol yellow* yang berkurang kemungkinan besar teradsorpsi oleh material adsorben dan sebagian kecil terdegradasi oleh sinar UV. Pada fotodegradasi tanpa menggunakan fotokatalis menunjukkan aktivitas fotokatalitik paling rendah karena tidak adanya fotokatalis yang membantu mempercepat proses degradasi.

4. Kesimpulan

1. TiO₂ - karbon aktif mendegradasi *remazol yellow* dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan TiO₂ - zeolit pada beberapa konsentrasi *remazol yellow*. Persentasi *remazol yellow* terdegradasi oleh TiO₂ - zeolit yang tertinggi sebesar 83% pada konsentrasi awal 20 ppm dan untuk TiO₂ - karbon aktif mampu mendegradasi sampai 95% pada konsentrasi awal 30 ppm.

2. Semakin tinggi konsentrasi awal *remazol yellow*, semakin banyak jumlah *remazol yellow* yang terdegradasi. Kenaikan jumlah *remazol yellow* terdegradasi hingga persentasi maksimum oleh TiO₂ - zeolit adalah pada konsentrasi awal 2 sampai 20 ppm, sedangkan untuk TiO₂ - karbon aktif pada konsentrasi awal 2 sampai 30 ppm.

Daftar Pustaka

- Andari, D.N., dan S. Wardhani. 2014. Fotokatalis TiO₂ - Zeolit Untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem.Prog.* **1**:9-14.
- Batista, A.P.L., H. Carvalho, G. Luz, P. Martins, M. Goncalves, dan L. Oliveira. 2010. Preparation of CuO/SiO₂ and Photocatalytic Activity by Degradation of Methylene Blue. *Environ Chem Lett.* **8**:63-67.
- Riyani, K, T. Setyaningtyas, dan R. Andreas. 2008. Pengolahan Limbah Logam Berat Industri Tekstil Menggunakan Fotokatalis TiO₂/Arang Aktif. *Molekul.* **3**:40-47.
- Riyani, K., dan T. Setyaningtyas. 2011. Pengaruh Karbon Aktif Terhadap Aktivitas Fotodegradasi Zat Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Fotokatalis TiO₂. *Molekul.* **6**:113-122.
- Saputra, R. 2006. Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. *Buletin IPT.* **4**:8-20.
- Subramani, A., K. Byrappa, S. Ananda, K. Lokanatha, C. Ranganathaiah, dan M. Yoshimura. 2006. Photocatalytic Degradation of Indigo Carmine Dye Using TiO₂ Impregnated Activated Carbon. *Bull.Mater.Sci.* **30**:37-41.
- Wijaya K., E. Sugiharto, I. Fatimah, S. Sudiono, dan D. Kurniaysih. 2006. Utilisasi TiO₂ - Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *Berkala MIPA.* **16**:27-35.
- Wuntu, A.D. 2002. Sintesis dan Karakterisasi Aluminosilikat Serupa Zeolit. *Jurnal Ilmiah Sains.* **2**:4-7.
- Zaleska, A. 2008. Doped- TiO₂. *Recent Patents on Engineering.* **2**:157-164.