
Pemanfaatan TiO_2 Pada Proses Fotodegradasi Limbah Pewarna Batik (Remazol Yellow Fg)

Muhammad Aminullah, FX Sukarno, Ibnu Fajril Baiti
Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas PGRI Banyuwangi

Email korespondensi : muhammadaminullah89@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini telah dipelajari pengaruh waktu penyinaran, konsentrasi awal remazol yellow, keberadaan Titanium Dioksida (TiO_2) terhadap efektivitas fotodegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode fotodegradasi yang dikatalis TiO_2 guna pengurangan konsentrasi Remazol Yellow. Proses fotodegradasi remazol yellow dilakukan dalam suatu reactor tertutup yang dilengkapi lampu UV, yaitu dengan cara menyinar larutan yang terdiri dari larutan Remazol Yellow dan serbuk TiO_2 , disertai pengadukan selama waktu tertentu. Penentuan konsentrasi Remazol Yellow yang tidak terdegradasi dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis cahaya tunggal (single beam UV-Vis spectrophotometer). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fotokatalis TiO_2 dapat meningkatkan hasil fotodegradasi Remazol Yellow. Waktu penyinaran 24 jam adalah waktu optimal yang menghasilkan kenaikan fotodegradasi yang besar. Pada konsentrasi awal Remazol Yellow 0,25 - 5 mg/L, terlihat bahwa Remazol Yellow dapat terdegradasi hampir 100%. Hal ini menunjukkan bahwa pada interval konsentrasi yang rendah, untuk interval konsentrasi Remazol Yellow yang rendah, kenaikan konsentrasi Remazol Yellow dapat meningkatkan interaksi antara Remazol Yellow dengan OH^- , sehingga degradasi semakin efektif. Fotodegradasi paling optimal untuk 100 mL larutan Remazol Yellow 5 mg/L dengan TiO_2 100 mg/L dan waktu penyinaran 24 jam menghasilkan efektivitas fotodegradasi 82,25%.

Kata Kunci: Titanium Dioksida, Remazol Yellow, Fotodegradasi

PENDAHULUAN

Industri tekstil dan produk tekstil merupakan salah satu bidang yang sangat berkembang di Indonesia. Perkembangan industri tekstil berbanding lurus dengan masalah serius yang ditimbulkan bagi lingkungan, terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair yang dihasilkan. Salah satu limbah cair yang dihasilkan adalah limbah zat warna. Umumnya limbah zat warna yang dihasilkan industri tekstil merupakan senyawa organik non-biodegradable, yang menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Wijaya, dkk, 2006).

Dalam industri tekstil, Remazol Yellow FG termasuk salah satu zat warna yang sering digunakan dikarenakan harganya yang murah dan mudah diperoleh. Remazol Yellow FG apabila keberadaannya dalam air dapat menghambat sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu aktifitas fotosintesis mikroalga sehingga jumlah oksigen dalam air menjadi berkurang dan akhirnya aktifitas mikroorganisme anoksik-anaerobik menghasilkan bau tak sedap. Disamping itu, perombakan zat warna azo secara anaerobik pada dasar perairan menghasilkan senyawa amina aromatik yang lebih toksik dibandingkan dengan zat warna azo itu sendiri (Van der Zee, 2002).

Upaya penanganan limbah tekstil secara adsorpsi dan penggunaan lumpur aktif telah banyak dilakukan, tetapi hasilnya kurang efektif. Metode adsorpsi kurang begitu efektif karena adsorbat yang terakumulasi didalam adsorben akan menjadi polutan (limbah) yang baru. Sedangkan metode lumpur aktif diperlukan 2 waktu yang cukup lama serta telah diketahui bahwa beberapa jenis limbah zat warna memiliki sifat resisten untuk didegradasi secara biologis (Elias, dkk, 2001).

Oleh karena itu digunakan Titanium Dioksida (TiO₂) sebagai bahan alternatif dalam proses fotodegradasi dengan menggunakan semikonduktor dan radiasi sinar ultra violet (UV). Semikonduktor mempunyai kemampuan fotokatalitik yang apabila terkena cahaya dengan panjang gelombang yang sesuai, akan

menghasilkan oksidator dengan kemampuan untuk mendegradasi sejumlah polutan organik menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dan lebih aman untuk lingkungan (Retyantoro, 2011 dan Wijaya, 2006).

Berdasarkan hal tersebut di atas, artikel ini bertujuan untuk melakukan uji Titanium Dioksida (TiO_2) sebagai fotoreduktor pada proses fotodegradasi Remazol Yellow FG. Dan mengetahui keefektifan Titanium Dioksida (TiO_2) dalam penurunan kadar Remazol Yellow FG setelah proses fotodegradasi dengan analisis spektrofotometri UV-Vis.

METODE PENELITIAN

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remazol Yellow FG

Larutan zat warna Remazol Yellow FG dilarutkan dalam air hingga konsentrasi 20 ppm. Larutan zat warna diambil 25 mL dimasukkan ke dalam kuvet untuk diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada masing – masing panjang gelombang 200 nm – 600 nm, sehingga diperoleh harga panjang gelombang maksimum larutan Remazol Yellow FG.

Pembuatan Kurva Standar Remazol Yellow FG

Larutan zat warna Remazol Yellow FG dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm, dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang maksimumnya. Dari data yang diperoleh dibuat kurva standar larutan zat warna Remazol Yellow FG. Pembuatan kurva standar dilakukan setiap pergantian larutan induk.

Preparasi Sampel Larutan Zat Warna Remazol Yellow FG

Larutan stok remazol yellow FG di buat dengan cara menimbang remazol sebanyak 10 mg/L, kemudian dilarutkan dengan aquades kedalam labu ukur 100ml.

Proses Fotodegradasi

Proses fotodegradasi Remazol Yellow FG dilakukan dengan cara menyinari campuran yang terdiri dari larutan Remazol Yellow FG dan serbuk fotokatalis TiO_2 dengan lampu UV dalam suatu reaktor tertutup. Lampu UV ini berfungsi sebagai sumber energi foton yang diperlukan agar reaksi fotodegradasi berlangsung. Pada proses tersebut juga dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnet agar semua reaktan dapat bercampur merata sehingga proses fotokatalitik dapat berlangsung efektif. Efektivitas fotodegradasi dinyatakan dengan % Remazol Yellow FG yang terdegradasi, yang dihitung berdasarkan selisih antara konsentrasi Remazol Yellow FG mula-mula dengan konsentrasi Remazol Yellow FG sisa atau yang tak terdegradasi. Penentuan konsentrasi Remazol Yellow FG yang tidak terdegradasi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis yang didasarkan pada kurva standar.

Analisa Pengujian remazol yellow FG yang Dikatalis TiO_2

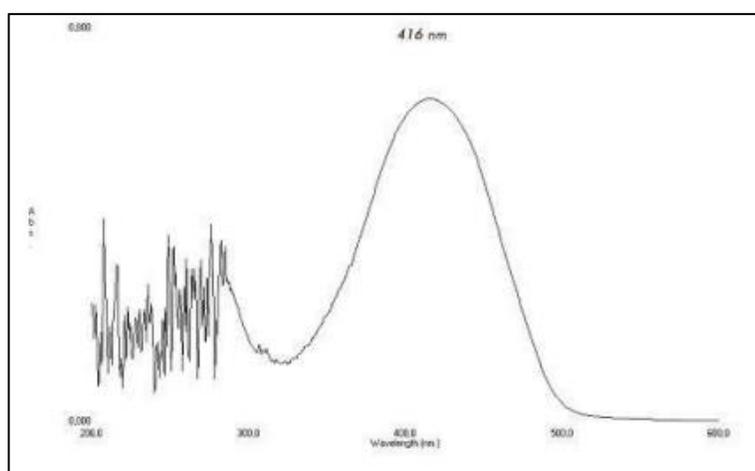
Proses fotodegradasi dilakukan dengan system batch dalam reaktor yang dilengkapi dengan lampu UV dan plat yang dilengkapi pengaduk magnet (stirer) pada jarak ± 20 cm dari lampu UV. Katalis TiO_2 dimasukkan ke elemeyer yang berisi larutan Remazol Yellow FG, sehingga diperoleh suatu suspensi. Erlenmeyer ditutup dengan plastik transparan kemudian disinari dengan lampu UV yang disertai pengadukan selama waktu yang bervariasi yaitu 0, 8, 16, 24, 32 jam. Untuk memperoleh filtrat dari suspensi tersebut dilakukan penyaringan dengan kertas saring, selanjutnya filtrat dianalisis dengan alat spektrofotometri UV-Vis guna menentukan Remazol Yellow FG yang tidak terdegradasi. Berdasarkan data

absorbansi yang diperoleh, konsentrasi untuk mempelajari pengaruh konsentrasi awal Remazol Yellow FG terhadap fotodegradasi, digunakan larutan Remazol Yellow FG dengan konsentrasi bervariasi yaitu 5, 10, 15, 20, 25 ml/L.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Remazol Yellow FG

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi larutan Remazol Yellow FG pada panjang gelombang 200 - 600 nm diperoleh puncak dominan pada 416 nm, seperti terlihat pada Gambar 19. Puncak tersebut merupakan panjang gelombang spesifik untuk absorbansi warna kuning, maka pengukuran absorbansi pada prosedur kerja selanjutnya dilakukan pada panjang gelombang 416 nm.

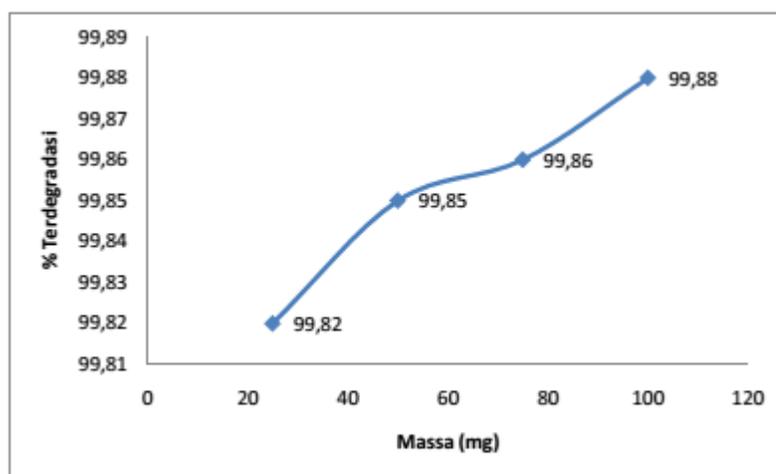


Gambar 3.1 Kurva Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Remazol Yellow

Pengaruh Penambahan TiO₂ Terhadap Efektivitas Fotodegradasi Remazol Yellow

Pada penelitian ini ditambahkan 0 mg, 25 mg, 50 mg, 75 mg, 100 mg TiO₂ ke dalam larutan Remazol Yellow FG 10 ppm yang kemudian disinari dengan

sinar UV selama 24 jam. Hasil proses fotodegradasi terhadap variasi massa TiO_2 ditunjukkan pada gambar berikut:



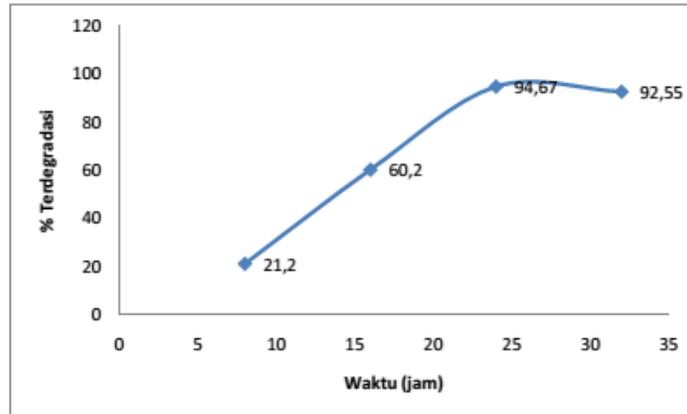
Gambar 3.2 Pengaruh Penambahan TiO_2 Terhadap Fotodegradasi Remazol Yellow Dengan Lama Penyinaran 24 Jam

Pada gambar 3.2 menunjukkan Remazol Yellow yang terdegradasi meningkat dengan semakin besarnya massa fotokatalis. Penurunan ini terjadi karena % dihitung dengan cara membandingkan konsentrasi Remazol Yellow yang terdegradasi dengan konsentrasi awal Remazol Yellow. Didapatkan massa katalis TiO_2 optimal yaitu pada 100 mg dan Remazol Yellow terdegradasi sebesar 99,88%.

Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Efektivitas Fotodegradasi Remazol Yello yang Terkatalis TiO_2

Setelah didapatkan massa TiO_2 yang optimal, langkah selanjutnya adalah variasi waktu penyinaran sinar UV dengan variasi waktu penyinaran 0, 8, 16, 24, 32 jam yang terdiri dari larutan remazol yellow 10 ppm. Hasil proses

fotodegradasi terhadap variasi waktu penyinaran dapat dilihat pada gambar berikut:

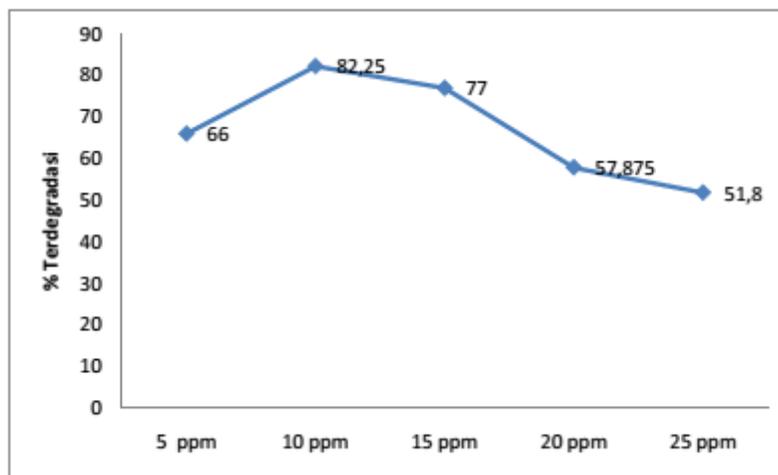


Gambar 3.3 Pengaruh waktu penyinaran terhadap efektivitas fotodegradasi remazol yellow dengan massa TiO_2 optimal

Pada Gambar 3.3. dapat diketahui bahwa persentase rata-rata penurunan kadar Zat Warna Remazol Yellow FG bervariasi antara 8,73 % - 94,73 %, dimana persentase degradasi terbesar terletak pada penyinaran UV selama 24 jam 94,73%. Penurunan konsentrasi zat warna semakin besar seiring dengan lamanya waktu penyinaran UV. Akan tetapi pada range waktu antara 24 jam hingga 48 jam tidak terjadi penurunan konsentrasi yang signifikan. Hasil ini sesuai dengan hasil yang didapat oleh Wijaya dkk. (2006) yang membuktikan bahwa semakin lama penyinaran sinar UV maka aktivitas fotokatalitik TiO_2 juga akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan semakin lama penyinaran sinar UV, maka semakin banyak elektron yang terus tereksitasi sehingga semakin banyak pula h^+ yang terbentuk. Semakin banyak h^+ , maka radikal hidroksil juga akan semakin banyak yang akan berperan dalam proses fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG.

Pengaruh Penambahan Remazol Yellow Terhadap Efektifitas Fotodegradasi yang Dikatalisis TiO_2

Setelah didapatkan massa TiO_2 dan waktu penyinaran yang optimal, langkah selanjutnya adalah variasi konsentrasi remazol yellow dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25 ppm. Hasil proses foto reduksi terhadap variasi waktu penyinaran dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.4. Pengaruh Penambahan Remazol Yellow terhadap Efektifitas Fotodegradasi dengan TiO_2 dan Waktu Penyinaran Optimal

Gambar 3.4 memperlihatkan secara umum bahwa kenaikan konsentrasi awal Remazol Yellow dari 10 – 25 mg/L menyebabkan penurunan % degradasi Remazol Yellow. Penurunan ini terjadi karena % dihitung dengan cara membandingkan konsentrasi Remazol Yellow yang terdegradasi dengan konsentrasi awal Remazol Yellow. Pada konsentrasi awal Remazol Yellow 0,25 -5 mg/L, terlihat bahwa Remazol Yellow dapat terdegradasi hampir 100%. Hal ini menunjukkan bahwa pada interval konsentrasi yang rendah, kenaikan konsentrasi awal Remazol Yellow memberikan hasil fotodegradasi yang relatif besar terhadap jumlah Remazol Yellow mula-mula. Untuk interval konsentrasi Remazol Yellow yang rendah, kenaikan konsentrasi remazol yellow dapat meningkatkan interaksi

antara remazol yellow dengan OH, sehingga degradasi semakin efektif.

Namun pada konsentrasi awal Remazol Yellow 10 – 25 mg/L, ternyata memberikan % Remazol Yellow yang terdegradasi rendah, yaitu berkisar antara 82% - 52%. Pada konsentrasi yang lebih besar, kenaikan konsentrasi dapat meningkatkan kekentalan yang diakibatkan kenaikan populasi Remazol Yellow dalam larutan, sehingga menghalangi tumbukan remazol yellow dengan OH- yang menyebabkan rendahnya fotodegradasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian menunjukkan Remazol Yellow yang terdegradasi meningkat dengan semakin besarnya massi fotokatalis. Penurunan ini terjadi karena % dihitung dengan cara membandingkan konsentrasi Remazol Yellow yang terdegradasi dengan konsentrasi awal Remazol Yellow. Didapatkan massa katalis TiO₂ optimal yaitu pada 100 mg dan Remazol Yellow terdegradasi sebesar 99,88%. Dapat diketahui bahwa persentase rata-rata penurunan kadar Zat Warna Remazol Yellow FG bervariasi antara 8,73 % - 94,73 %, dimana persentase degradasi terbesar terletak pada penyinaran UV selama 24 jam sebesar 94,73%. Waktu penyinaran 24 jam adalah waktu optimum yang menghasilkan penurunan kadar Zat Warna Remazol Yellow FG sebesar 94,73%, namun waktu lebih dari 24 jam terjadi sedikit penurunan fotodegradasi yang diakibatkan oleh tertutupnya permukaan TiO₂ oleh Remazol Yellow sebagai hasil degradasi. Jumlah Remazol Yellow yang terdegradasi meningkat dengan kenaikan konsentrasi Remazol Yellow dari 0,25 – 5 mg/L dengan waktu optimum penyinaran 24 jam yang disebabkan oleh meningkatnya frekuensi tumbukan molekul dalam larutan. Fotodegradasi paling optimal untuk 100 mL larutan Remazol Yellow 5 mg/L dengan TiO₂ 100 mg/L dan waktu penyinaran 24 jam menghasilkan efektivitas fotodegradasi 82,25%

Sebagai upaya pengembangan penelitian ini, perlu dilakukannya analisis terhadap TiO_2 setelah terjadinya proses fotodegradasi Remazol Yellow. Selain itu, mengingat kandungan Remazol Yellow di perairan sangat mungkin ada bersama dengan limbah logam berat maupun senyawa organik lainnya, maka pengaruh ion logam, anion, dan senyawa organik tersebut terhadap efektivitas fotodegradasi remazol yellow juga disarankan diteliti lebih lanjut.

REFERENSI

- Elias, Md, S, dkk. 2001. Penyingkiran Fenol Terlarut Dalam Air Melalui Fotodegradasi Menggunakan Titanium Dioksida (TiO₂). *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. Vol. 7, No.1, 1-6.
- Retyantoro, P. 2011. Sintesis TiO₂ Mesopori Dengan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya Untuk Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. Skripsi Jurusan Kimia Fakultas SAINTEK UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Van der Zee. 2002. *Anaerobic Azo Dye Reduction*. Wageningen University. Netherlands.
- Wijaya, K, dkk. 2006. Utilisasi TiO₂-Zeolit dan Sinar UV Untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red, *TEKNOIN*. Vol. 11, No. 3, 199-209.