

DEGRADASI SENYAWA *METANIL YELLOW* SECARA FOTOKATALITIK MENGGUNAKAN TiO_2 DAN HNO_3

Azkie Alma Ayesha, Akmal Mukhtar, Pepi Helza Yanti

Mahasiswa Program S1 Kimia
Bidang Kimia Anorganik Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
mynamesazkia@yahoo.co.id

ABSTRACT

Photocatalysis with TiO_2 -UV can be used to reduce the content of waste dye in the water. Degradation of metanil yellow solution had been done by photocatalytic using TiO_2 as catalyst and HNO_3 as an oxidator. Photocatalytic method used radiation of 30 watt UV light with $\lambda = 437$ nm. Degradation of metanil yellow was done with several reaction parameters such as time of radiation reaction, mass of TiO_2 , and addition of HNO_3 . The result of this research showed that metanil yellow 10 ppm have degraded 30,755% after 120 minutes radiation, whereas with similiar concentration by addition 0,008 mass of TiO_2 degraded 54,689% with radiation time up to 45 minutes. HNO_3 as an oxidator in degradation without UV radiation can affect the percentage rate of degradation.

Keywords: HNO_3 , metanil yellow, photocatalytic, TiO_2 .

ABSTRAK

Fotokatalisis dengan TiO_2 -UV dapat digunakan untuk menurunkan kandungan limbah zat warna dalam air. Degradasi larutan *metanil yellow* telah dilakukan secara fotokatalitik dengan menambahkan TiO_2 sebagai katalis dan HNO_3 sebagai oksidator. Metode fotokatalitik ini menggunakan radiasi sinar UV 30 watt dengan $\lambda = 437$ nm. Degradasi *metanil yellow* memiliki beberapa parameter reaksi seperti waktu radiasi, massa TiO_2 dan penambahan HNO_3 . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *metanil yellow* 10 ppm terdegradasi 30,755% setelah 120 menit radiasi, sedangkan penambahan 0,008 g TiO_2 pada konsentrasi yang sama dapat mendegradasi 54,689% dengan lama penyinaran 45 menit. HNO_3 sebagai oksidator pada degradasi tanpa radiasi sinar UV dapat mempengaruhi tingkat persentase degradasi.

Kata kunci : HNO_3 , *metanil yellow*, fotokatalitik, TiO_2 .

PENDAHULUAN

Perkembangan industri tekstil dan industri lainnya di Indonesia menghasilkan banyak limbah organik dari golongan senyawa azo, yang akan menimbulkan dampak yang cukup serius. Senyawa azo ini banyak digunakan dalam industri tekstil, kertas, farmasi ataupun laboratorium karena senyawa ini multifungsi dan mudah untuk disintesis (Sari dkk., 2009), serta banyak digunakan ketika pewarnaan pada jajanan pasar yang sering dikonsumsi oleh masyarakat karena menghasilkan warna yang mencolok dan menarik perhatian.

Salah satu jenis pewarna sintetik yang dijumpai pada jajanan pasar dan makanan ringan adalah *metanil yellow* atau metanil kuning. *Metanil yellow* adalah zat warna yang merupakan senyawa kimia golongan azo aromatik, berbentuk serbuk, berwarna kuning kecokelatan yang bersifat karsinogenik (Sleiman dkk., 2007).

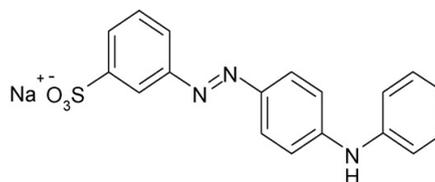
Fotokatalisis merupakan salah satu contoh metode oksidasi lanjut. Metode fotokatalisis memanfaatkan energi yang berasal dari cahaya untuk mengaktifkan proses katalisis pada suatu permukaan semikonduktor sehingga dihasilkan radikal hidroksil yang akan mendegradasi polutan organik.

Semikonduktor yang banyak digunakan pada fotokatalisis adalah TiO_2 -*anatase*, karena memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, stabil, tahan terhadap korosi, dan tidak beracun (Andarini dkk., 2013).

Faktor yang mempengaruhi fotokatalisis diantaranya yakni adanya oksidator. Asam nitrat (HNO_3)

merupakan oksidator kuat dan dapat larut dengan air (Andarini dkk., 2013). NO_3^- dari HNO_3 yang diketahui dapat meningkatkan degradasi zat warna (Hastuti dan Suryanti, 2013) namun juga dapat menjadi penghambat dalam proses degradasi zat warna (Rashed dan El-Amin, 2007).

Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui jumlah *metanil yellow* yang terdegradasi dengan metode fotokatalisis dengan pengaruh waktu, variasi jumlah TiO_2 dan HNO_3 dalam mendegradasi zat warna *metanil yellow*.



Gambar 1. Struktur kimia *Metanil Yellow* (Sleiman dkk., 2007).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain Spektrofotometer UV-VIS (*Shimadzu Pharmaspec 1700 DU*), kotak reaktor, lampu UV 30 watt (*Philips*), timbangan analitik (*Mettler tipe AE 200*), *hotplate* (*502 series*), labu ukur, pipet takar, gelas ukur, gelas beker, dan peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah TiO_2 -*anatase* (Merck), *Metanil yellow* (Merck), HNO_3 *p.a* (Merck), dan akuabides.

b. Uji Degradasi *Metanil Yellow* Dengan dan Tanpa HNO₃

Sebanyak 300 mL larutan *metanil yellow* 10 ppm dibuat dan dimasukkan ke dalam enam buah gelas beker 100 mL, sehingga setiap beker berisi 50 mL larutan *metanil yellow* 10 ppm. Salah satu beker diberi perlakuan tanpa penambahan HNO₃ *pa* dan lima beker lagi ditambahkan dengan HNO₃ *pa* masing-masing sebanyak 0,1 mL; 0,2 mL; 0,3 mL; 0,4 mL; dan 0,5 mL. Letakkan di dalam ruangan, amati dan diambil beberapa mL untuk diukur absorbansinya dengan spektrometer UV-Vis.

c. Uji Terhadap Waktu Penyinaran

Sebanyak 50 mL larutan *metanil yellow* 10 ppm dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 mL, kemudian diradiasi dalam reaktor radiasi sinar UV (lampu UV 30 watt) dengan variasi waktu 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Diambil beberapa mL untuk diukur absorbansinya dengan spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum, dan hitung persentasinya.

d. Uji Penambahan TiO₂

Sebanyak 50 mL larutan *metanil yellow* ditambahkan dengan 0,002; 0,005; 0,008 dan 0,010 g TiO₂ dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 mL, kemudian diradiasi dalam reaktor radiasi sinar UV (lampu UV 30 watt) selama 45 menit. Kemudian diambil beberapa mL untuk diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum dan hitung persentasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran serapan maksimum *metanil yellow* dilakukan pada daerah panjang gelombang 430 nm sampai 445 nm dan memperlihatkan puncak serapan maksimum pada panjang gelombang 437 nm.

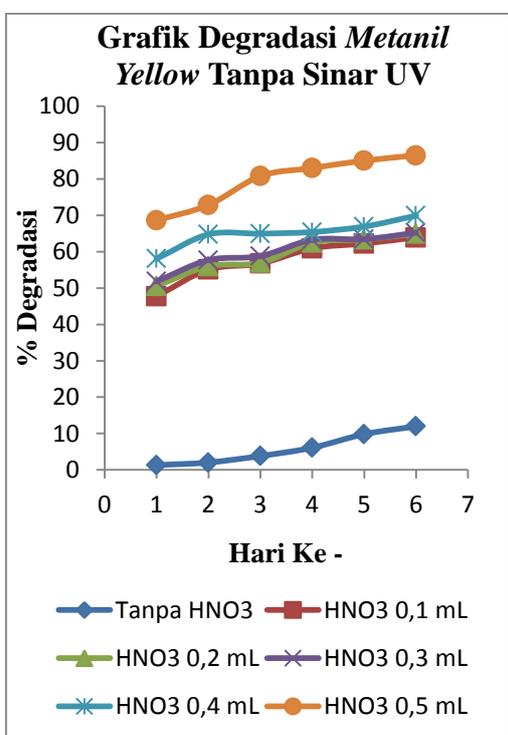
a. Degradasi zat warna *metanil yellow* dengan dan tanpa HNO₃

Untuk melihat pengaruh kondisi reaksi, dilakukan uji degradasi terhadap larutan zat warna *metanil yellow* dengan konsentrasi 10 ppm pada kondisi :

(1) Tanpa radiasi sinar UV dan tanpa penambahan HNO₃ (kontrol); (2) dengan penambahan HNO₃ variasi 0,1 mL hingga 0,5 mL. Hasil penelitian pada variasi ini bertujuan untuk mengetahui kondisi (1) dan (2) dalam mendegradasi larutan zat warna *metanil yellow*. Terjadinya suatu proses degradasi zat warna *metanil yellow* dapat diamati dari adanya pengurangan warna dan penurunan nilai absorbansi UV-Vis pada panjang gelombang maksimum ($\lambda = 437$ nm) *metanil yellow* setelah proses degradasi berlangsung. Hasil pengujian terhadap larutan zat warna *metanil yellow* pada konsentrasi 10 ppm ketika (1) kondisi kontrol dan (2) adanya penambahan HNO₃ tanpa radiasi sinar UV ditunjukkan pada Gambar 2.

Dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2, tidak terjadi peningkatan persentase degradasi yang terlalu signifikan pada sampel kontrol dihari ke-4, 5, dan 6. Hal ini menunjukkan bahwa pada kontrol tidak terjadi proses perubahan zat warna *metanil yellow* karena merupakan senyawa yang stabil dan tidak terdegradasi tanpa adanya radiasi sinar

UV dan tanpa HNO₃ *pa*. Pada sampel dengan penambahan HNO₃ variasi 0,1 mL–0,5 mL, terjadi perubahan zat warna yang dapat langsung diamati pada hari pertama. Warna larutan pada sampel kondisi (2) berubah menjadi merah dan nilai absorbansinya lebih rendah dibanding kontrol pada hari pertama. Dari hasil penelitian kondisi (2) dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak volume HNO₃ yang ditambahkan, maka konsentrasi zat warna semakin berkurang (persentase degradasi zat warna semakin meningkat) setiap harinya (Gambar 2).



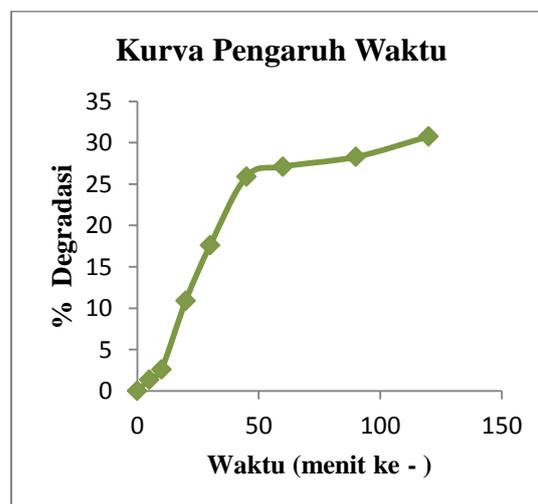
Gambar 2. Grafik degradasi zat warna *metanil yellow* tanpa radiasi sinar UV.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hastuti dan Suryanti (2003), dengan adanya HNO₃ sebagai oksidator dapat meningkatkan persentase degradasi *remazol yellow* dan penelitian lainnya yang dilakukan oleh Zhang dkk (2005), NO₃⁻ dengan

konsentrasi tinggi dapat meningkatkan degradasi zat warna reaktif.

b. Hasil uji pengaruh waktu dalam mendegradasi zat warna *metanil yellow*

Untuk mengetahui pengaruh waktu penyinaran terhadap proses degradasi, dilakukan pengujian dengan variasi waktu penyinaran selama 0; 5; 10; 20; 30; 45; 60; 90 dan 120 menit. Variasi waktu penyinaran tersebut diuji pada larutan zat warna *metanil yellow* 10 ppm dengan daya lampu UV 30 watt.



Gambar 3. Kurva pengaruh variasi waktu penyinaran terhadap % degradasi zat warna *metanil yellow* 10 ppm.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa persentase degradasi larutan zat warna *metanil yellow* pada waktu penyinaran 45 menit adalah sebesar 25,899%, sedangkan proses degradasi terbesar terjadi pada penyinaran dengan sinar UV selama 120 menit yaitu sebesar 30,755%. Seiring dengan bertambahnya waktu penyinaran, persentase degradasi larutan zat warna *metanil yellow* dan aktivitas

fotodegradasi semakin meningkat. Hal ini dikarenakan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang dihasilkan dalam larutan berair akan menyerang senyawa organik untuk mengawali proses mineralisasi, dimana proses pembentukan radikal adalah dari $\text{H}_2\text{O} + \text{h}^+ \rightarrow \text{HO}\bullet + \text{H}^+$ (Arsac dkk., 2007). Radikal hidroksil inilah yang berperan dalam menguraikan zat warna *metanil yellow*. Hal ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Zilfa dkk (2011) yang melakukan pengujian terhadap senyawa Permetrin 20 mg/L selama 120 menit diperoleh persentase degradasi sebesar 4,49%.

c. Uji pengaruh penambahan massa TiO_2 dalam mendegradasi TiO_2

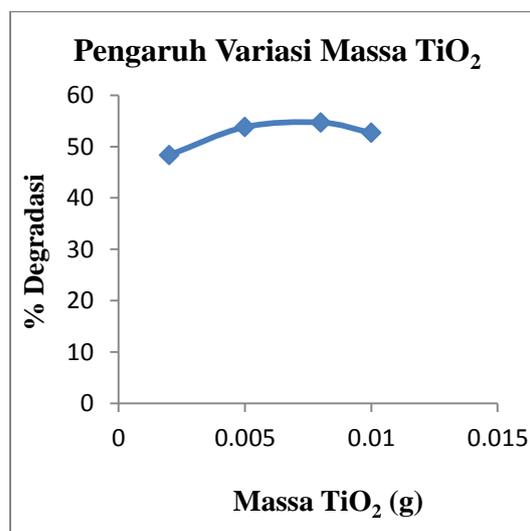
Besarnya pengaruh penambahan massa TiO_2 terhadap degradasi *metanil yellow* dengan konsentrasi 10 ppm pada waktu 45 menit dengan daya lampu UV 30 watt dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh penambahan massa TiO_2 dalam mendegradasi zat warna *metanil yellow*.

Massa TiO_2 (g)	A	Degradasi (%)
0,002	0,3506	48,316
0,005	0,3127	53,794
0,008	0,3065	54,689
0,010	0,3204	52,680

Untuk melihat pengaruh jumlah TiO_2 dalam mendegradasi *metanil yellow*, dilakukan pengujian dengan bervariasi jumlah TiO_2 0,002 g; 0,005 g; 0,008 g; 0,005 g; dan 0,010 g. Variasi massa TiO_2 tersebut diuji pada larutan zat warna *metanil yellow* 10 ppm dan disinari dengan sinar UV 30

watt selama 45 menit, yang dapat diamati pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Kurva pengaruh penambahan massa TiO_2 terhadap % degradasi *metanil yellow*.

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, dapat dilihat bahwa persentase degradasi zat warna *metanil yellow* akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah TiO_2 dan mencapai 54,689% pada saat penggunaan 0,008 g TiO_2 . Hal ini dikarenakan adanya TiO_2 yang disinari UV, menyebabkan elektron (e^-) tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi, dengan meninggalkan lubang positif atau *hole* (h^+). *Hole* yang terbentuk berinteraksi dengan air atau ion OH^- menghasilkan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$). Radikal hidroksil inilah yang akan menguraikan atau mendegradasi molekul zat warna. Meningkatnya jumlah molekul zat warna yang dapat di adsorpsi pada permukaan katalis dapat meningkatkan efisiensi proses degradasi. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa penurunan konsentrasi *metanil yellow* melalui proses fotokatalisis lebih tinggi

dibandingkan dengan proses variasi waktu saja. Jumlah TiO_2 yang digunakan agar memperoleh hasil yang paling bagus pada proses degradasi zat warna *metanil yellow* 10 ppm adalah 0,006 g. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Gunadi (2008) yang menggunakan 0,2 g TiO_2 dapat mendegradasi zat warna *Remazol RB 133* sebesar 95,93% dan didukung juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Zilfa dkk (2010) yang menyatakan penambahan jumlah fotokatalis 50 mg dapat meningkatkan degradasi, namun pada penambahan yang lebih banyak akan diperoleh degradasi yang tetap.

KESIMPULAN

TiO_2 dan HNO_3 dapat digunakan sebagai katalis dan oksidator dalam mendegradasi zat warna *metanil yellow*. Degradasi *metanil yellow* 10 ppm secara fotokatalisis dengan dan tanpa penambahan HNO_3 mengalami peningkatan setiap harinya. Degradasi *metanil yellow* dengan sinar UV 30 watt pada pengaruh waktu sinar terus mengalami peningkatan dan mencapai maksimum pada waktu 180 menit dengan persentase degradasi sebesar 32,085%. *Metanil yellow* terdegradasi maksimum pada penambahan 0,008 g TiO_2 dengan waktu sinar 45 menit. Hal ini memperlihatkan bahwa jumlah *metanil yellow* yang terdegradasi dengan menggunakan metode fotokatalisis lebih banyak terdegradasi dibandingkan dengan pengaruh sinar saja (fotolisis).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, bapak

Drs. Akmal Mukhtar, M.Si dan Ibu Pepi Helza Yanti, M.Si atas arahan dan bimbingan yang diberikan selama penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarini, N. R., Sri. W., dan Mohammad, M. K., 2013. Fotodegradasi zat warna jingga metil menggunakan TiO_2 -Zeolit dengan penambahan anion anorganik NO_3^- . *Chemical Student Journal*. 1 (1) : 98-104
- Arsac, F., Bianchi, D., Chovelien, M.J. and Concen, F. 2007. Photocatalytic degradation of organic pollutants in water and in air. *J. An Analytical Approach*. 43 : 52-56.
- Hastuti. S. dan V. Suryanti. 2003. Pengaruh ion nitrat dan nitrit terhadap fotodegradasi zat warna terokatalis ZnO. *J. Alchem*. 2 (2) : 59-62.
- Rashed, M.N. and A. A. El-Amin. 2007. Photocatalytic Degradation Of Methyl Orange In Aqueous TiO_2 Under Different Solar Irradiation Sources, *International Journal Of Physical Sciences*. 2 : 73-81.
- Sari, F., Safni, Maizatrisna, dan Zulfarman. 2009. Degradasi zat warna *Methanil yellow* secara sonolisis dan fotolisis dengan penambahan TiO_2 *Anatase*. *Indonesian Journal of Materials Science*. 11 (1) : 47-51.

- Sleiman, M., Daniel, V., Corinne, F., dan Jean-Marc, C. 2007. Photocatalytic degradation of azo dye *Metanil yellow*: Optimization and kinetic modeling using a chemometric approach. *Applied Catalysis B: Environmental*. 77 (1-2) : 1-11
- Zhang W., An T., Cui M., Sheng G., and Fu J. 2005. Effect of anions on the photocatalytic and photoelectrocatalytic degradation of reactive dye in a packed-bed reactor. *Journal Chem Technol Biotechnol*. 80 : 223-229
- Zilfa, Hamzar, S., Safni., dan Novesar, J. 2011. Penggunaan zeolit sebagai pendegradasi senyawa permetrin dengan metode fotolisis. *Jurnal Natur Indonesia*. 14 (1) : 14–18.
- Zilfa, Suyani H., Safni, dan Jamarun N. 2010. Degradasi senyawa permetrin dengan menggunakan zeolit alam terpilar TiO₂-anatase secara sonolisis. *J. Ecolab*. 5 (1) : 1-44