

**DEGRADASI ZAT WARNA AZO TARTRAZIN PADA LIMBAH CAIR MIE
DENGAN METODE AOPs (*Advanced Oxidation Processes*)**

Tien Setyaningtyas* dan Dian Windy Dwiasi

Program studi Kimia, Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknik,
Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto
Email : tien_kimia@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penggunaan metode untuk mendegradasi zat warna dari limbah industri dengan proses AOPs (*Advanced Oxidation Processes*) atau proses oksidasi lanjut saat ini banyak dikembangkan terutama untuk limbah cair zat warna yang sulit terdegradasi. Salah satu industri makanan yang menggunakan bahan aditif zat warna pada proses produksinya adalah industri mie yaitu menggunakan zat warna tartrazin. Dampak negatif perkembangan industri mie adalah timbulnya pencemaran lingkungan dari limbah cair industri mie yang masih mengandung zat warna tartrazin. Penurunan kadar zat warna tartrazin dalam limbah cair mie dapat diupayakan dengan cara mendegradasi zat warna tartrazin melalui metode AOPs.

Proses AOPs untuk mendegradasi tartrazin dalam limbah cair mie pada penelitian ini menggunakan kombinasi H_2O_2 dengan sinar matahari sebagai sumber sinar UV ($H_2O_2/UV-Vis$). Parameter yang dilakukan antara lain variasi konsentrasi H_2O_2 yaitu 0,01 M ; 0,02 M dan 0,03 M dengan variasi waktu kontak 0; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 3,5 ; 4 jam. Pengaruh pH terhadap degradasi tartrazin dengan variasi 2, 5, 7, 9 dan 12.

Hasil yang diperoleh bahwa degradasi tartrazin tidak dipengaruhi oleh konsentrasi H_2O_2 tetapi konsentrasi H_2O_2 mempengaruhi waktu kesetimbangan. Waktu kesetimbangan paling cepat dicapai 30 menit pada konsentrasi H_2O_2 0,03 M, sedangkan untuk H_2O_2 0,01M dan 0,02 M waktu kesetimbangan tercapai pada 2,5 jam dengan penurunan tartrazin sebesar 45%. Proses AOPs pada degradasi tartrazin dipengaruhi oleh harga pH. Pada pH rendah penurunan tartrazin semakin besar. Penurunan tartrazin paling besar pada pH 2 yaitu sebesar 65%.

Kata kunci : zat warna tartrazin, degradasi, AOPs, $H_2O_2/UV-Vis$ (Sinar Matahari)

**DEGRADATION OF AZO DYE TARTRAZINE IN INDUSTRIAL WASTEWATER
OF NOODLES WITH AOPs (*Advanced Oxidation Processes*) METHOD**

ABSTRACT

The use of Advanced Oxidation Processes (AOPs) to degrade the dyes from industrial wastewater is currently developing. One of the industries that use food dye additives in the production process is noodle industry using dye tartrazine. The use of tartrazine as an additive on noodle industry may endanger the environment. The degradation of tartrazine dye from noodles industrial wastewater can be pursued using AOPs methods

The AOPs process to degrade wastewater tartrazine noodles in this research uses a combination of H_2O_2 with sunlight as a source of UV light ($H_2O_2/UV-Vis$). Parameter variations that carried out, are the concentration of H_2O_2 is 0.01 M: 0.02 M and 0.03 M with a contact time variation of 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5; 3; 3.5 ; and 4 hours. Effect of pH on the degradation was also and carried out with variation pH 2, 5, 7, 9 and 12.

The results obtained tartrazine that degradation is not affected by H_2O_2 concentration but the concentration of H_2O_2 affects the equilibrium time. When equilibrium is most quickly achieved at 30 minutes at a concentration of 0.03 M H_2O_2 , while for H_2O_2 0.01 M and 0.02 M the equilibrium is reached at 2.5 hours with a decrease of 45% of tartrazine. AOPs on the degradation process of tartrazine is influenced by pH. At low pH the greater the reduction tartrazine. The greatest degradation was at pH 2 with 65% lost of tartrazine. .

Key words : tartrazine, degradation, AOPs, $H_2O_2/UV-Vis$ (sunlight)

PENDALUHUAN

Permasalahan lingkungan saat ini yang dominan salah satunya adalah limbah cair yang berasal dari industri. Limbah cair yang tidak dikelola akan menimbulkan dampak yang luar biasa pada perairan, khususnya sumber daya air. Kelangkaan sumber daya air di masa mendatang dan bencana alam semisal erosi, banjir, dan kepunahan ekosistem perairan tidak pelak lagi dapat terjadi apabila permasalahan tersebut tidak diperhatikan dari sekarang. Permasalahan air bersih sebenarnya ada pada pembuangan limbah cair yang dilakukan secara sembarangan dari hasil kegiatan industri serta limbah domestik perkotaan. Ditambah lagi dengan kurangnya usaha untuk mengolah limbah cair secara benar.

Perkembangan industri di Indonesia saat ini cukup pesat seiring dengan semakin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi. Kondisi tersebut memberikan manfaat yang besar bagi kesejahteraan masyarakat. Selain dapat memberikan dampak positif bagi kehidupan manusia, perkembangan industri juga dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan seperti limbah industri. Limbah industri yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dapat membahayakan kehidupan ekosistem lingkungan

(Ahmad, 2004). Industri yang mempunyai kontribusi menimbulkan pencemaran lingkungan misalnya industri yang menggunakan bahan aditif zat warna pada proses produksinya. Antara lain industri batik, cat, dan industri makanan. Salah satu industri makanan yang menggunakan bahan aditif zat warna adalah industri mie.

Industri mie saat ini mulai berkembang di Indonesia, namun kemajuan dibidang industri ini tidak diiringi dengan kesadaran yang memadai dalam pengolahan limbah. Limbah cair industri mie pada umumnya mengandung zat warna. Salah satu zat warna yang digunakan dalam proses produksi adalah zat warna tartrazin yang merupakan pewarna sintetis. Pembuangan limbah cair secara langsung ke lingkungan dapat berdampak pada rusaknya ekosistem. Oleh karena itu sebelum dibuang ke lingkungan limbah cair mie perlu diolah terlebih dahulu (Azuan *et al*, 2001).

Pengolahan limbah dapat dibagi menjadi pengolahan primer, pengolahan sekunder, dan pengolahan tersier. Pengolahan primer (pengolahan secara fisika) biasanya dilakukan dengan koagulasi, flokulasi atau penyaringan, sedangkan pada pengolahan sekunder (pengolahan secara biologi), limbah

diuraikan dengan bantuan mikroorganisme. Limbah yang bersifat tidak dapat diuraikan secara biologi (*non-biodegradable*), diolah dengan pengolahan tersier. Beberapa contoh limbah *nonbiodegradable* adalah limbah pewarna, pestisida, herbisida, organik klor (Clesceri *et al*, 1998). Umumnya pengolahan fisika-kimia seperti koagulasi, adsorpsi dengan karbon aktif, dan ultrafiltrasi dapat menghilangkan zat warna dengan efektif, akan tetapi, proses-proses tersebut bersifat non destruktif, karena hanya memindahkan zat warna dari limbah cair ke media padat yang memerlukan penanganan lebih lanjut (Azuan *et al*, 2001).

Berbagai upaya dan metode untuk mengatasi pencemaran zat warna sebelum dibuang ke perairan telah dilakukan, antara lain metode koagulasi, oksidasi dan elektrokimia. Namun metode ini dirasa kurang memadai untuk mengatasi masalah pencemaran zat warna, karena metode ini pada dasarnya hanya menghasilkan keadaan yang mengandung polutan yang lebih terkonsentrasi. Beberapa metode modern seperti metode biodegradasi, klorinasi, dan ozonisasi telah dikembangkan. Metode ini memang memberikan hasil yang cukup memuaskan, tetapi membutuhkan biaya operasional yang cukup mahal sehingga kurang efektif diterapkan di Indonesia. Di antara metode modern penanggulangan limbah, adalah metode degradasi dengan proses AOPs yang merupakan metode alternatif yang sederhana, cepat, efisien dan murah. Menurut Munter (2001) metode *Advanced oxidation process (AOPs)*, memiliki kelebihan utama yaitu dapat mendegradasi/ menguraikan secara tuntas senyawa-senyawa berbahaya yang bersifat *nonbiodegradable* dalam limbah melalui proses oksidasi (*oxidative degradation*).

Saat ini penggunaan teknologi oksidasi atau lebih dikenal dengan nama

Advanced Oxidation Processes (AOPs) mendapat perhatian cukup besar, karena teknologi ini dapat menguraikan serta membersihkan senyawa-senyawa organik yang selama ini sulit atau tidak dapat diuraikan dengan metode mikrobiologi atau membran filtrasi. Selain itu, teknologi ini dapat diaplikasikan tidak hanya untuk mengolah limbah cair hasil industri, namun dapat juga dipergunakan untuk mengolah air minum atau air bersih (Mohajerani *et al*, 2004).

Teknologi AOPs adalah satu atau kombinasi dari beberapa proses seperti ozon, hidrogen peroksida, sinar UV, titanium oksida, fotokatalis serta beberapa proses lainnya untuk menghasilkan radikal bebas $\bullet\text{OH}$. Radikal bebas $\bullet\text{OH}$ adalah spesies aktif yang dikenal memiliki oksidasi potensial tinggi 2,8 V melebihi ozon yang memiliki oksidasi potensial hanya 2,07 V. Hal ini membuat radikal bebas $\bullet\text{OH}$ sangat mudah mengoksidasi senyawa-senyawa organik maupun non organik (Pesoutova *et al*, 2011).

Metode kombinasi dari hidrogen peroksida, dan sinar UV merupakan metode yang paling banyak diteliti serta dicoba untuk mengolah berbagai jenis limbah cair. Diikuti selanjutnya dengan metode titanium oksida dan reaksi fenton. Lifetime dari $\bullet\text{OH}$ tergantung dari konsentrasinya. Sebagai contoh, untuk $\bullet\text{OH}$ berkonsentrasi $1\mu\text{M}$, lifetime-nya adalah sekitar 200 μs . Kecepatan reaksi $\bullet\text{OH}$ dengan senyawa organik atau non-organik adalah sekitar $10^7\sim 1.010\text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$. (Nugroho dan Iqbal, 2005)

Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan suatu bahan pengoksidasi sangat kuat yang mampu menghancurkan beberapa campuran yang bersifat garam dan bukan garam di dalam media yang mengandung air. Sinar UV dengan sendirinya juga mampu menurunkan dengan memicu perpecahan ikatan. Kombinasi perlakuan keduanya, hidrogen

peroksida dan UV dapat menciptakan suatu proses efisien dan yang sangat cepat untuk penyelesaian permasalahan zat-zat pencemar. Sinar UV yang digunakan dapat berasal dari lampu UV maupun sinar matahari (Kito *et al*, 1998). Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan sinar matahari.

Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini menerapkan proses oksidasi lanjut yang menggunakan kombinasi hidrogen peroksida dengan sinar matahari sebagai sumber sinar UV untuk mendegradasi zat warna tartrazin limbah cair industri mie.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah pengaduk magnet, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu (UV-1601), kertas saring, stopwatch, pH meter dan alat-alat gelas.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair industri pembuatan mie kuning (industri rumah tangga di daerah Karangpucung Cilacap), tartrazin, akuademineral, H_2O_2 , dan larutan buffer pH 2, 5, 7, 9, 12

Prosedur Penelitian

Preparasi sampel

Limbah cair mie yang mengandung tartrazin diperoleh dari daerah Cilacap dengan menggunakan jerigen plastik dan diukur pH dan konsentrasi tartrazinnya.

Penentuan panjang gelombang maksimum tartrazin

Sebanyak 10 mL larutan induk tartrazin dengan konsentrasi 500 ppm diencerkan dengan akuademineral sampai 100 mL. Larutan tersebut kemudian diambil 10 mL dan diencerkan dengan

akuademin sampai 100 mL. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 420 nm sampai 450 nm. Panjang gelombang maksimum diperoleh pada absorbansi maksimum.

Pembuatan kurva kalibrasi

Larutan standar tartrazin dengan konsentrasi 0, 1, 5, 10, 15 dan 20 ppm masing-masing. Setelah itu, diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum, kemudian dibuat kurva standarnya (konsentrasi versus absorbansi).

Degradasi Tartrazin dengan H_2O_2

Pengaruh Waktu kontak dan konsentrasi H_2O_2

Kedalam 3 buah gelas piala dimasukkan sampel limbah cair mie masing-masing sebanyak 500 mL. Kemudian ditambahkan H_2O_2 masing-masing dengan konsentrasi 0,01 M, 0,02 M, dan 0,03 M. Setelah itu ditempatkan di daerah yang terkena sinar matahari dan diaduk dengan magnetic stirer. Setiap selang waktu 30 menit, diambil sebanyak 20 mL kemudian tartrazin yang tersisa diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Absorbansi yang terukur diplotkan ke kurva kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi tartrazin. Selisih antara tartrazin awal sebelum perlakuan dengan tartrazin setelah perlakuan merupakan banyaknya tartrazin yang terdegradasi. Waktu penyinaran dilakukan pada jam 9.00 sampai 13.00. Lama waktu penyinaran optimum terjadi pada penurunan tartrazin yang paling besar. Waktu optimum ini digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

Pengaruh pH

Limbah cair mie dilakukan variasi pH menjadi 2, 5, 7, 9 dan 12. Untuk

mencapai pH yang diinginkan, dilakukan penambahan buffer sesuai pH yang diinginkan. Nilai pH diukur dengan menggunakan pH meter. Setelah pH limbah sesuai dengan yang diinginkan, kemudian ditambah H_2O_2 dengan konsentrasi 0,01 M. Kemudian ditempatkan di daerah yang terkena sinar matahari secara langsung dan diaduk dengan magnetic stirer selama waktu kontak optimum. Setelah itu diambil 20 mL dan larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Hal tersebut diperlakukan juga untuk konsentrasi H_2O_2 0,02 M dan 0,03 M

Penentuan Persen Penurunan

Persen penurunan konsentrasi tartrazin dihitung dari perumusan :

$$\% \text{ Penurunan} : \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

Dengan C_{awal} adalah konsentrasi tartrazin mula-mula, sedangkan C_{akhir} adalah konsentrasi tartrazin setelah degradasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

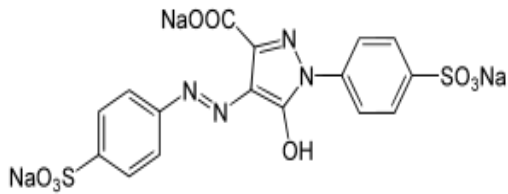
Pengelolaan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang terjadi, volume limbah minimal dengan konsentrasi dan toksisitas yang juga minimal. Sedangkan pengelolaan limbah cair setelah proses produksi dimaksudkan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung didalamnya sehingga limbah cair tersebut memenuhi syarat untuk dapat dibuang. Dengan demikian dalam pengolahan limbah cair untuk mendapatkan hasil yang efektif dan efisien perlu dilakukan langkah-langkah pengelolaan yang dilaksanakan secara terpadu dengan dimulai dengan upaya minimisasi limbah (*waste minimization*), pengolahan limbah (*waste treatment*), hingga pembuangan

limbah produksi (*disposal*) (Luthfi, 2004).

Salah satu alternatif teknologi pengolahan limbah adalah dengan *Advanced Oxidation Processes (AOPs)*. Pada penelitian ini proses AOPs merupakan proses reaksi oksidasi secara kimiawi yang menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) sebagai oksidator yang menghasilkan radikal bebas dengan sinar matahari sebagai sumber sinar UV. Penggunaannya H_2O_2 mempunyai keuntungan, yaitu: aman, selektif, kuat dan mudah diperoleh. Pada umumnya, beberapa parameter AOPs yang biasa berpengaruh terhadap hasil pengolahan limbah diantaranya pH dan waktu kontak (Muruganandham and Swaminathan, 2006).

Keunggulan metode AOPs antara lain (1) mampu mendegradasi polutan organik yang tidak terdegradasi dengan proses konvensional, (2) Dapat mereduksi zat warna yang tidak bisa diuraikan dengan teknologi lain, (3) Tidak menghasilkan *sludge* yang harus diolah lagi seperti pada teknologi koagulasi/sedimentasi (4) Tidak memerlukan proses regenerasi atau proses pencucian seperti pada pemakaian *absorbent* atau membran penyaring (Chaudhuri and Wei, 2009). Pada penelitian ini proses AOPs menggunakan H_2O_2 /UV-Vis sinar matahari diterapkan untuk mendegradasi zat warna tartrazin pada limbah cair mie.

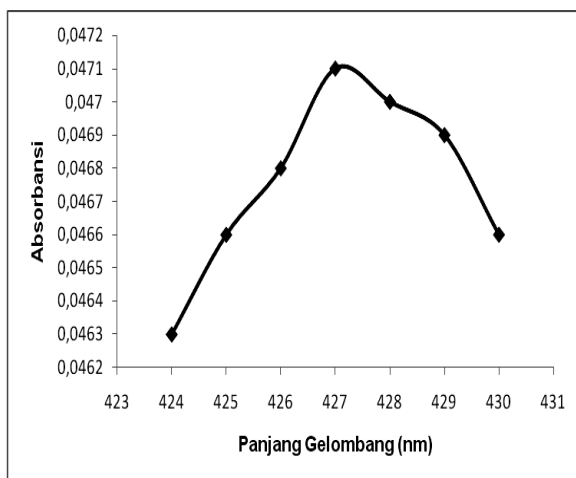
Tartrazin yang merupakan salah satu zat warna sintetis, pembuatan zat warna ini biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang sering kali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun (Moutinho *et al*, 2007). Struktur Tartrazin ($C_{16}H_{12}N_4Na_3O_9S_2$) terlihat pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Struktur Tartrazin (Shahrour *et al*, 2008)

Penentuan Panjang gelombang maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) diperlukan untuk menetapkan serapan maksimum terhadap sinar pada λ tertentu. Perbedaan tingkat energi antar orbital molekul merupakan panjang gelombang serapan molekul. Setiap molekul memiliki panjang gelombang yang berbeda tergantung dari bentuk strukturnya dan sifat dasar molekul dalam larutan (Hendayana dkk, 1994)



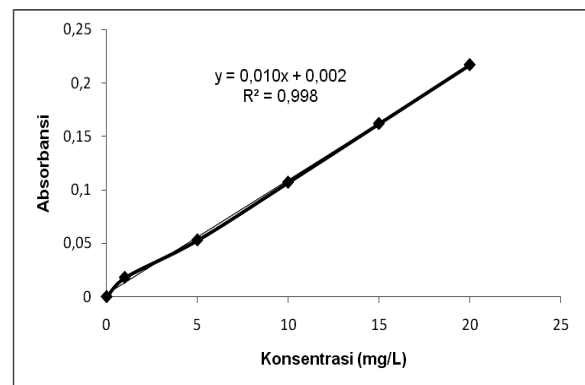
Gambar 2. Kurva penentuan panjang gelombang maksimum larutan tartrazin

Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) diperoleh dengan melihat absorbansi yang paling besar dari larutan yang diukur pada range panjang gelombang antara 420-450 nm. Hasil penelitian menunjukkan λ_{maks} tartrazin yaitu 427 nm dengan absorbansi 0,0471 dan masih dalam range panjang gelombang warna

larutan yang berwarna hijau kekuningan-kuning yaitu 400-460 nm (Hendayana dkk, 1994). Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) terlihat pada Gambar 2.

Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi tartrazin adalah kurva absorbansi terhadap variasi konsentrasi larutan tartrazin. Pembuatan kurva kalibrasi larutan standar tartrazin yaitu dengan cara mengukur nilai absorbansi larutan tartrazin pada panjang gelombang maksimum 427 nm dengan variasi konsentrasi. Dari pengukuran absorbansi larutan tartrazin yang mempunyai konsentrasi 0, 1, 5, 10, 15 dan 20 mg/L (ppm), didapat kurva kalibrasi yang mempunyai persamaan garis lurus $y = 0,010x - 0,002$ dengan $R^2 = 0,998$; dengan sumbu y adalah absorbansi dan sumbu x adalah konsentrasi tartrazin (mg/L). Kurva kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 3.

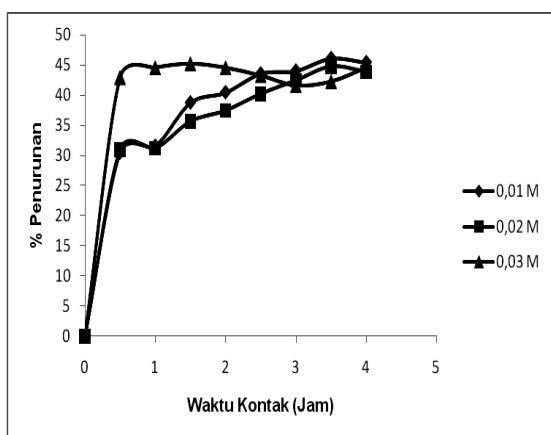


Gambar 3. Kurva kalibrasi larutan standar Tartrazin

Sampel awal limbah cair mie pada waktu yang bersamaan diukur absorbansinya, dan dari hasil pengukuran diperoleh absorbansi sampel sebesar 0,181. Konsentrasi awal sampel dihitung dengan memplotkan atau memasukkan absorbansi ke dalam kurva kalibrasi dan dari hasil perhitungan diperoleh konsentrasi sampel sebesar 17,912 ppm dengan harga pH air limbah mie sekitar 5.

Pengaruh Waktu kontak dan konsentrasi H₂O₂

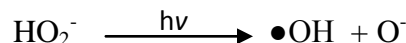
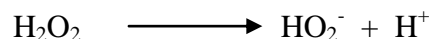
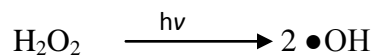
Mekanisme reaksi yang terjadi pada sistem H₂O₂ /UV adalah pemecahan molekul H₂O₂ ketika terpapar sinar UV menjadi 2 molekul radikal •OH. Hal ini dapat meningkatkan proses fotodegradasi (Mahamuni and Adewuyi, 2010). Proses AOPs ini terjadi dikarenakan H₂O₂ merupakan oksidator yang dapat menghasilkan radikal •OH untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik sedangkan sinar UV dapat juga digunakan untuk mendegradasi senyawa-senyawa organik, sehingga terjadi proses lanjutan dari oksidasi (Preis *et al.*, 2000). Variasi konsentrasi H₂O₂ dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dalam mendegradasi tartrazin dalam limbah cair industri mie. Variasi konsentrasi H₂O₂ yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,01 M ; 0,02 M, dan 0,03 M. Hasil yang diperoleh dari pengaruh konsentrasi H₂O₂ dan waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 4.



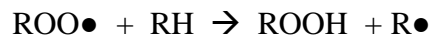
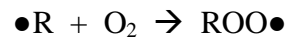
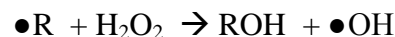
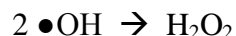
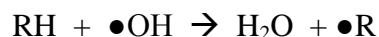
Gambar 4. Pengaruh waktu kontak terhadap persen penurunan zat warna tartrazin dalam limbah cair mie

Pada Gambar 4 terlihat hasil pengaruh konsentrasi H₂O₂ terhadap degradasi tartrazin dengan variasi waktu kontak. Hasil yang diperoleh, degradasi tartrazin tidak dipengaruhi oleh

konsentrasi H₂O₂ tetapi konsentrasi H₂O₂ mempengaruhi waktu kesetimbangan. Semakin besar konsentrasi H₂O₂ maka waktu kesetimbangan akan semakin cepat tercapai. Pada penelitian ini waktu kesetimbangan tercepat pada konsentrasi H₂O₂ 0,03 M dengan waktu 30 menit sedangkan untuk konsentrasi 0,02 M dan 0,01 M waktu kesetimbangan tercapai pada 2,5 jam. Perpanjangan waktu kontak tidak menampai penurunan tartrazin. Hasil yang diperoleh penurunan tartrazin adalah sebesar 45% untuk konsentrasi H₂O₂ 0,01 M, 0,02 M dan 0,03 M. Degradasi tartrazin terjadi disebabkan radikal •OH yang mampu mengoksidasi zat tersebut. Menurut Muruganandham dan Swaminathan (2006) mekanisme pembentukan radikal •OH dari H₂O₂/UV adalah sebagai berikut :



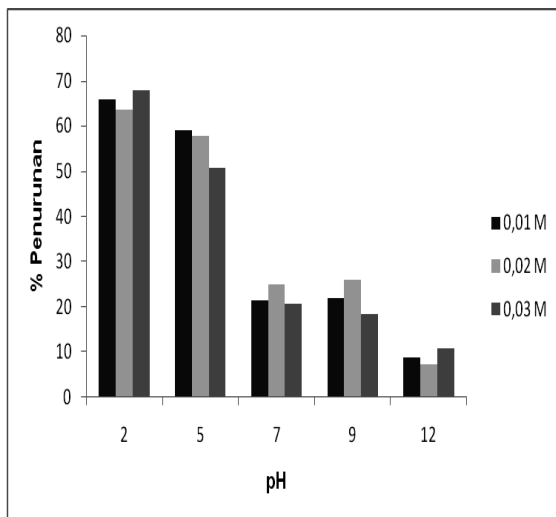
Mekanisme degradasi senyawa organik oleh radikal •OH adalah sebagai berikut : (Rohmah dan Sugiarto, 2008)



Pengaruh pH terhadap degradasi tartrazin

Pengaruh pH limbah cair industri mie terhadap aktivitas H₂O₂ dapat dilihat dari penurunan kadar tartrazin dalam limbah cair mie yang dikondisikan dalam pH 2, 5, 7, 9, dan 12 oleh H₂O₂. Pengaruh pH limbah mie terhadap aktivitas H₂O₂ dapat dilihat pada Gambar 5.

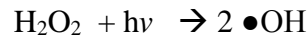
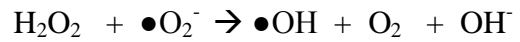
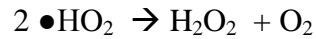
Pada Gambar 5 terlihat pengaruh pH terhadap degradasi tartrazin. Hasil yang diperoleh bawah pH semakin rendah degradasi tartrazin menggunakan H₂O₂/sinar matahari akan semakin tinggi. Pada pH 2 degradasi tartrazin untuk konsentrasi H₂O₂ 0,01 M, 0,02 M, dan 0,03 M sekitar 65%, sedangkan yang paling rendah adalah pada pH 12 yaitu sekitar 10%. Menurut Rohmah dan Sugiarto (2008) pada kondisi asam, hidrogen peroksida sangat stabil, pada kondisi basa mudah terurai.



Gambar 5. Pengaruh pH terhadap persen penurunan tartrazin

Pada suasana asam, radikal hidroksil yang dihasilkan oleh sistem fotokatalis akan meningkat karena semakin melimpahnya H⁺. Selain itu, menurut Pesoutova *et. al* (2011) pembentukan radikal bebas •OH yang sebagian besar berasal dari H₂O₂ tidak disukai pada dekomposisi senyawa organik pada pH tinggi, sehingga •OH yang dihasilkan lebih sedikit. Menurut Hudaya dkk (2010) H₂O₂ pada suasana asam dapat memicu terbentuknya lebih banyak radikal •OH lewat pembentukan H₂O₂ hasil reaksi •O₂⁻ dengan ion Hidrogen (H⁺). Spesies •O₂⁻ merupakan hasil reaksi antara O₂ dengan sebuah elektron bebas (hasil eksitasi elektron dari molekul organik akibat radiasi UV).

Reaksi pembentukan radikal •OH tersebut mengikuti mekanisme sebagai berikut:



KESIMPULAN

1. Proses AOPs menggunakan H₂O₂/Uv-Vis dari sinar matahari tidak dipengaruhi oleh konsentrasi H₂O₂, tetapi konsentrasi H₂O₂ mempengaruhi waktu kesetimbangan degradasi zat warna tartrazin dalam limbah cair mie.
2. Waktu kesetimbangan tercapai pada 30 menit dengan konsentrasi H₂O₂ 0,03 M dan 2,5 jam untuk konsentrasi 0,02 M dan 0,03 M dengan penurunan tartrazin sebesar 45%
3. Harga pH mempengaruhi proses AOPs untuk menurunkan tartrazin. Penurunan tartrazin paling besar tercapai pada pH 2 yaitu sebesar 65%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., 2004, *Kimia Lingkungan*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Azuan, H., Abdul R.M., Lee. K.T, 2001, Solar Photocatalytic Degradation of Tartrazine using Titanium Dioxid, *Jurnal Teknologi* : 31-40.
- Chaudhuri, M and T. Y. Wei. 2009. Decolourisation of Reactive Dyes by Modified Photo-Fenton Process Under Irradiation With Sunlight. *Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal* .Vol. 8 No. 2 .pp. 359-363
- Clesceri, L.S., A. E. Greenberg and A. D. Eaton. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and*

- Wastewater*, American Public Health Association. 20th ed. Washington, DC, USA
- Hendayana S., Asep K., Aa S., Asep S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, IKIP Semarang, Semarang.
- Hudaya, T., Kartawijaya, H dan Yulia. Pengolahan Limbah Cair Warna Tekstil yang Bersifat *Non-biodegradable* dalam *Multi-lamp Bubble Column Photoreactor*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia* Yogyakarta, 26 Januari 2010
- Kito, M., H. Nguyen and J. Tran, 1998, *Hydrogen Peroxide & Uv Treatment*, A ENVE 436 Course Project, California Polytechnic State University, San Luis Obispo
- Luthfi, A., 2004, *Kimia Lingkungan*, Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Mahamuni, N.N and Y. G. Adewuyi. 2010. Advanced oxidation processes (AOPs) involving ultrasound for waste water treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*, Volume 17, Issue 6, Pages 990-1003
- Mohajerani, M., M. Mehrvar and F. Ein-Mozaffari. 2004. An Overview Of The Integration of Advanced Oxidation Technologies and other processes for water and Wastewater treatment. *International Journal of Engineering (IJE)* Volume (3) : Issue (2) 120
- Moutinho, ILD., Bertges, LC., and Assis, RVC., 2007, Prolonged use of the food dye tartrazine (FD&C yellow n°5) and its effects on the gastric mucosa of Wistar rats, *Braz. J. Biol.*, 67(1): 141-145.
- Munter, R. 2001. Advanced Oxidation Processes – Current status And Prospects Proc. *Estonian Acad. Sci. Chem.*, Vol 50. (No 2), pp 59–80
- Muruganandham, M and M Swaminathan. 2006. Advanced oxidative decolourisation of Reactive Yellow 14 azo dye by UV/TiO₂, UV/H₂O₂, UV/H₂O₂/Fe²⁺ processes —a comparative study. *Separation and Purification Technology*. Vol 48, Issue: 3, Pages: 297-303
- Nugroho, R. dan Iqbal. 2005. Pengolahan air limbah berwarna industri tekstil menggunakan AOPs. *Jurnal Akuakultur Indonesi (JAI)* . Vol 1, No 2, 163-172
- Pesoutova, R, P. Hlavínek, J. Matysikova. 2011. Use of Advanced Oxidation Processes for Textile Wastewater Treatment. *Journal of Faculty of Food Engineering* Volume X, Issue 3
- Preis, S., Krichevskaya, M., Terentyeva, Y., Moiseev, A. & Kallas, J. 2000. Treatment of phenolic and aromatic amino compounds in polluted waters by photocatalytic oxidation. *J. Adv.Oxid. Technol.* Vol. 5. Pp 1–8.
- Rohmah, N dan Sugiarto, A.T. 2008. Pengaruh pH dan Konsentrasi Zat Warna Pada Penguraian Zat Warna *Remazol Navy Blue Scarlet* dengan Teknologi AOP. *Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Kimia dan Tekstil*. Yogyakarta, 22 November 2008

Shahrour, K.H., Ch. Hachem, and Karabet. F., 2008, Degradation of Dyestuff Materials by Fenton Oxidation, Part 4, *Dyes and pigment*, Chemistry Department, Faculty of sciences, Damascus University, Syria