

**DEGRADASI ASAM 2,4-DIKLOROFENOKSI ASETAT (2,4-D)
DALAM PESTISIDA SANTAMIN 865 SL SECARA
FOTOLISIS, SONOLISIS DAN OZONOLISIS**

TESIS



Oleh:

ELVINAWATI

07207004



PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ANDALAS

2009

DEGRADASI ASAM 2,4-DIKLOROFENOKSIASETAT (2,4-D)

DALAM PESTISIDA SANTAMIN 865 SL SECARA

FOTOLISIS, SONOLISIS DAN OZONOLISIS

Oleh: Elvinawati

(Di bawah bimbingan Safni dan Hamzar Suyani)

RINGKASAN

Penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian menyebabkan semakin besarnya jumlah residu pestisida di lingkungan. Asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D) merupakan bahan aktif dalam beberapa formulasi herbisida yang banyak digunakan. 2,4-D digolongkan pada senyawa dengan tingkat toksisitas menengah. Apabila residu 2,4-D di lingkungan terdapat dalam jumlah yang besar akan berisiko terhadap kesehatan makhluk. Dengan demikian perlu dilakukan upaya untuk mendegradasi residu 2,4-D tersebut.

Proses oksidasi lanjut merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan radikal hidroksil yang sangat reaktif sebagai spesies oksidatif utama untuk memecah kontaminan organik seperti herbisida. Radikal hidroksil dapat dibentuk melalui beberapa metoda seperti gelombang ultrasonik, sinar γ , TiO_2 dan sinar UV, H_2O_2 dan sinar UV, O_3 dan sinar UV, dan reaksi Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$). Beberapa faktor seperti pH, suhu, konsentrasi katalis dan waktu berpengaruh terhadap keefektifan proses degradasi yang terjadi. TiO_2 merupakan katalis semikonduktor yang umum digunakan pada proses degradasi senyawa organik. Penggunaan TiO_2 sebagai katalis dalam proses degradasi telah banyak dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan keefektifan proses fotolisis, sonolisis dan ozonolisis untuk mendegradasi 2,4-D. Mula-mula ditentukan konsentrasi optimum katalis TiO_2 pada degradasi 2,4-D secara fotolisis dan sonolisis, lalu ditentukan pH optimum degradasi secara fotolisis, sonolisis dan ozonolisis tanpa penambahan TiO_2 serta fotolisis dan sonolisis dengan penambahan TiO_2 . Keefektifan proses fotolisis, sonolisis dan ozonolisis untuk degradasi 2,4-D ditentukan dengan mendegradasi 2,4-D selama 180 menit lalu dibandingkan hasil persentase degradasinya.

Dari data percobaan ditemukan bahwa konsentrasi optimum TiO_2 untuk degradasi 2,4-D secara fotolisis dan sonolisis adalah 50 mg/L dan 100 mg/L. pH optimum degradasi 2,4-D secara fotolisis, sonolisis, dan ozonolisis tanpa penambahan TiO_2 adalah 3,5, sedang dengan penambahan TiO_2 fotolisis dan sonolisis memiliki pH optimum 2,5. Degradasi 2,4-D selama 180 menit tanpa penambahan TiO_2 secara sonolisis, fotolisis, dan ozonolisis memberikan persentase degradasi sebesar 71,85 %, 76,12 %, dan 77,40 %, sedang dengan penambahan TiO_2 sonolisis dan fotolisis memberikan persentase degradasi sebesar 78,98 % dan 82,59 %.

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada degradasi 2,4-D tanpa penambahan TiO_2 , ozonolisis merupakan proses yang paling efektif daripada fotolisis dan sonolisis. Pada degradasi senyawa 2,4-D dengan penambahan TiO_2 , fotolisis merupakan proses yang lebih efektif dibanding sonolisis.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian menyebabkan semakin besarnya jumlah residu pestisida di lingkungan. Residu pestisida terdapat dalam berbagai komponen lingkungan baik di udara, tanah serta di perairan. Residu pestisida pada akhirnya akan lebih dominan terakumulasi di perairan (Spiro dan Stigliani, 2003).

Asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D) merupakan bahan aktif dalam beberapa formulasi herbisida yang banyak digunakan untuk mengontrol hama berdaun lebar. 2,4-D digolongkan pada senyawa dengan tingkat toksisitas menengah dan dengan kadar maksimum 2,4-D dalam air minum sebesar 30 µg/ L (Peller, et al., 2004). Akan tetapi, apabila residu senyawa 2,4-D di lingkungan terdapat dalam jumlah yang besar juga akan berisiko terhadap kesehatan makhluk hidup dengan mengganggu sistem endokrin. Oleh karena itu limbah residu pestisida perlu ditangani secara maksimal.

Dalam upaya minimalisasi senyawa berbahaya di lingkungan seperti residu pestisida termasuk 2,4-D, telah dilakukan pendegradasian senyawa-senyawa tersebut dengan berbagai metode. Salah satu metoda yang banyak dilakukan saat ini adalah pendegradasian menggunakan proses oksidasi lanjut. Proses oksidasi lanjut yang banyak dipakai diantaranya fotolisis, sonolisis, radiolisis, ozonolisis dan reaksi Fenton (Peller, et al., 2001).

Proses oksidasi lanjut merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan radikal hidroksil yang sangat reaktif sebagai spesies oksidatif utama untuk

memecah kontaminan organik seperti herbisida. Radikal hidroksil dapat dibentuk melalui beberapa metode dalam sistem larutan seperti gelombang ultrasonik frekuensi tinggi, sinar γ atau elektron berenergi tinggi, TiO_2 dan sinar UV, H_2O_2 dan sinar UV, O_3 dan sinar UV, reaksi Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$) dan berbagai kombinasi dari proses-proses ini.

Fotolisis merupakan proses degradasi suatu senyawa dengan menggunakan bantuan cahaya. Apabila suatu senyawa dikenai cahaya, senyawa tersebut akan menyerap energi foton sehingga menyebabkan terjadinya reaksi kimia. Proses fotolisis yang menggunakan katalis dikenal dengan fotokatalisis. Katalis yang diketahui sangat efektif digunakan dalam proses fotokatalisis ini yaitu TiO_2 (Yulianto, dkk., 2005).

Sonolisis merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendegradasi senyawa organik dalam media air dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Kavitasasi akustik dalam proses sonolisis menghasilkan spesies radikal dari molekul air yang akan berperan dalam mendestruksi kontaminan dalam larutan. Degradasi polutan organik dengan gelombang ultrasonik biasanya membutuhkan energi yang besar dan waktu reaksi yang lama. Untuk mempercepat reaksi, pada proses sonolisis biasanya digunakan katalis seperti TiO_2 (Weng, et al., 2006).

Ozonolisis merupakan salah satu proses oksidasi lanjut, dimana reaksi kimia diinisiasi oleh ozon. Dalam larutan ozon akan diuraikan oleh ion hidroksida (OH^-) atau basa konjugasi dari hidrogen peroksida (HO_2^-) membentuk radikal HO_2^\cdot dan OH^\cdot , radikal yang terbentuk membantu proses degradasi kontaminan organik (Xian-wen, et al., 2005).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada degradasi 2,4-D tanpa penambahan TiO_2 , ozonolisis merupakan proses yang lebih efektif dibanding fotolisis dan sonolisis dengan persentase degradasi sebesar 77,40 %. Pada degradasi 2,4-D dengan penambahan TiO_2 , fotolisis merupakan proses yang lebih efektif daripada sonolisis dengan persentase degradasi sebesar 82,59 %.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan degradasi 2,4-D dengan mengkombinasikan metoda fotolisis, sonolisis dan ozonolisis baik secara simultan maupun secara sekuensial. Di samping itu juga disarankan untuk mengidentifikasi produk akhir yang dihasilkan pada proses degradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S., Safni, Roza, P.P. 2007. Degradasi Senyawa Rhodamin B Secara Sonolisis dengan Penambahan TiO₂ Hasil Sintesa Melalui Proses Sol-Gel. *J. Ris. Kim*, 1 (1), 64-69.
- Cropek, D., M., Kemme, P., A. 1998. Sonolysis of Nitroaromatic Compounds. UACERL Technical Report. 4 p.
- Dachriyanus. 2002. Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi. Andalas University Press. Padang. hal. 1-4.
- Giri, R., R., Ozaki, H., Takanami, R., Taniguchi, S. 2008. Photocatalytic ozonation of 2,4-dichlorofenoxyacetic acid in water with a new TiO₂ fiber. *J. Environ. Sci. Tech*, 5 (1), 17-26.
- Guettai, N., Amar, H.A. 2005. Photocatalytic oxidation of methyl orange in presence of titanium dioxide in aqueous suspension. *J. Desalination*, 185: 427-437.
- Jafari, A., J., Marofi, S. 2005. Photo-chemical Degradation of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) in the Effluent. *J. Res. Health Sci*, 5: 27-31.
- Konstantinou, I.K., Albanis, T.A. 2003. Photocatalytic transformation of pesticides in aqueous titanium dioxide suspensions using artificial and solar light: intermediates and degradation pathways. *J. Applied Catalysis B: Environmental*, 42: 319-332.
- Kumar, C., S., S., R. 2006. Nanomaterials – Toxicity, Health and Environmental Issues. Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA. Weinheim. p: 237-243.
- Peller, J., Wiest, O., Kamat, P., V. 2001. Sonolysis of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid in Aqueous Solutions. Evidence for ·OH -Radical- Mediated Degradation. *J. Phys. Chem. A*. 105: 3176-3181.
- 2004. Hydroxyl Radical's Role in the Remediation of a Common Herbicide, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *J. Phys. Chem. A*. 108: 10925-10933.
- Radojevic, M., Bashkin, V., N. 2006. Practical Environmental Analysis. Second edition. RSC Publishing. Cambridge. p. 109, 110.
- Safni, Lukman,U., Febrianti, F. 2008a. Degradasi Zat Warna Sudan 1 Secara Sonolisis dan Fotolisis dengan Penambahan TiO₂-anatase. *J. Ris. Kim*, 1 (2), 164-170.