

OZONOLISIS UNTUK DEGRADASI ASAM 2,4-DIKLOROFENOKSIASETAT(2,4-D) DALAM PESTISIDA SANTAMIN 865 SL

Oleh:

Elvinawati, M.Si

Program Studi Kimia JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu

Email: elvinawati_chemist@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of the herbicides that used in more grade is 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). It is well known as inexpensive herbicides, but it can give rise to undesirable pollution. The objective of this investigation was to find the optimum pH for degradation of 2,4-D and got a effectivity of ozonolysis methods for degradation of 2,4-D. ozonolysis method using an bioozone generator. The optimum pH for degradation of 2,4-D by ozonolysis was found at pH = 3,5; while degradation of 2,4-D by ozonolysis after 180 minutes was 77,40%. This investigation finding shows that ozonolysis was one of the method with the height effectivity for degradation of 2,4-D

Keywords: *ozonolysis, degradation, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid*

PENDAHULUAN

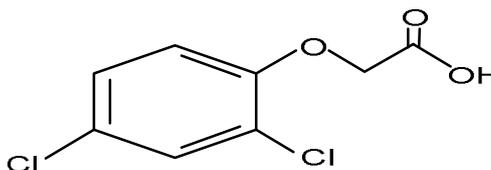
Kegiatan pertanian merupakan salah satu sector utama penopang kehidupan perekonomian rakyat di negara ini. Berbagai upaya baik secara intensif maupun ekstensif terus dilakukan dalam rangka meningkatkan produktivitas pertanian. Salah satu langkah eksternal yang gencar dilakukan adalah melakukan pemupukan dengan pestisida. Meningkatnya penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian menyebabkan semakin besarnya jumlah residu pestisida tersebut di lingkungan. Residu pestisida pada akhirnya akan lebih dominan terakumulasi di perairan (Spiro dan Stigliani, 2003). Masing-masing pestisida memiliki kandungan zat aktif tertentu, sesuai dengan peruntukannya dalam pemberantasan hama pertanian. Asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D) merupakan bahan aktif dalam beberapa formulasi herbisida pengontrol hama berdaun lebar. 2,4-D tergolong senyawa toksik menengah (Peller, et al., 2004). Untuk meminimalisir senyawa berbahaya di lingkungan seperti residu pestisida termasuk 2,4-D, dilakukan pendegradasian senyawa-senyawa tersebut dengan beragam metode. Salah satu metoda yang banyak dilakukan saat ini adalah proses oksidasi lanjut, diantaranya fotolisis, sonolisis, radiolisis, ozonolisis dan reaksi Fenton (Peller, et al., 2001).

Pada proses oksidasi lanjut diterapkan suatu teknologi yang memanfaatkan radikal hidroksil yang sangat reaktif sebagai spesies oksidatif utama untuk memecah kontaminan organik seperti herbisida. Ozonolisis merupakan proses oksidasi lanjut, dimana reaksi kimia

diinisiasi oleh ozon. Dalam larutan ozon diuraikan oleh ion hidroksida (OH^-) atau basa konjugasi dari hidrogen peroksida (HO_2^-) membentuk radikal HO_2^\cdot dan $^\cdot\text{OH}$, radikal yang terbentuk membantu proses degradasi kontaminan organik (Xian-wen, et al., 2005). Proses oksidasi lanjut memiliki keefektifan yang berbeda-beda dalam mendegradasi. Beberapa faktor seperti pH, suhu, konsentrasi katalis dan waktu berpengaruh terhadap keefektifan proses tersebut. Kegiatan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas proses ozonolisis untuk mendegradasi senyawa 2,4-D yang terdapat dalam pestisida santamin 865 SL.

Asam 2,4-diklorofenoksi asetat

Asam 2,4-diklorofenoksi asetat (2,4-D) merupakan bahan aktif dalam beberapa formulasi herbisida yang efektif untuk mengontrol gulma berdaun lebar (Spiro dan Stigliani, 2003). Penggunaan utama 2,4-D diantaranya untuk mengontrol gulma pada tanaman gandum, jagung dan padi. Dalam air 2,4-D dapat mengalami mineralisasi. 2,4-D memiliki berat molekul 221,04 g/mol dan rumus struktur seperti terlihat pada Gambar 2.1. Di pasaran, 2,4-D dijual dengan beberapa nama dagang seperti Plantgard, Savage, Weedar dan Weedtrine-II (Tu et al., 2001)



Gambar 1. Struktur 2,4-D

Proses oksidasi lanjut

Proses oksidasi lanjut merupakan suatu *treatment* alternatif untuk purifikasi air dari berbagai kontaminan. Karakteristik suatu proses oksidasi lanjut yaitu dihasilkannya radikal bebas yang sangat reaktif yang akan mengoksidasi polutan. Proses oksidasi lanjut meliputi proses termal, H_2O_2 atau ozon, dan reaksi yang dirangsang cahaya seperti fotolisis dan radiolisis (Kumar, 2006).

Ozonolisis

Ozon merupakan agen pengoksidasi yang kuat dan merupakan senyawa yang sangat reaktif. Pembentukan ozon diinisiasi oleh fotodisosiasi NO_2 oleh sinar matahari (Radojevic and Bashkin, 2006). Pada ozonolisis merupakan salah satu proses oksidasi lanjut, dimana reaksi kimia diinisiasi oleh ozon. Dalam larutan, ozon diuraikan oleh ion hidroksida (OH^-) atau basa konjugasi dari hidrogen peroksida membentuk radikal HO_2^\cdot dan $^\cdot\text{OH}$ (Xian-wen, et al., 2005).

Secara laboratorium ozon dapat dihasilkan dengan melewati udara yang terdiri dari 21% oksigen dan 79% nitrogen melalui suatu generator ozon (Giri, et al., 2008).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: senyawa asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D) yang terdapat dalam pestisida Santamin 865 SL (dengan kadar 2,4-D sebesar 72 %), asam klorida, natrium hidroksida, serta akuades. Berbagai peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah: alat ozonolisis (Bioozone space age sterilizer, Natural Health Science Sdn, bhd, Malaysia), spektrofotometer UV-Vis, pH meter, neraca analitik, pengaduk magnet, sentrifus, dan peralatan gelas.

Prosedur Penelitian

Penentuan panjang gelombang optimum 2,4-D

Untuk mengetahui panjang gelombang optimum dari 2,4-D, diukur absorban larutan standar 2,4-D 30 mg/L dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (λ) antara 230 - 400 nm, hingga didapat λ yang memberikan absorban maksimum.

Penentuan pH optimum degradasi 2,4-D secara ozonolisis

Disiapkan 7 buah gelas piala 100 mL, lalu ke dalam gelas tersebut masing-masing dimasukkan 75 mL larutan 2,4-D 50 mg/L, lalu diukur pH-nya dengan pH meter. Kemudian pH masing-masing larutan diatur sesuai variasi yaitu 1,5 ; 2,0 ; 2,5 ; 3,0 ; 3,5 ; 4,0 dan 4,5 dengan menambahkan HCl atau NaOH. Larutan tiap variasi pH tersebut dimasukkan ke dalam 2 buah Erlenmeyer (A dan B) masing-masing sebanyak 20 mL. Lalu kedua larutan diozonolisis selama 90 menit. Hasil ozonolisis disentrifus 60 menit. Setelah itu diukur absorban masing-masing larutan pada λ 283,4 nm dan dihitung persentase degradasinya.

Penentuan efektifitas degradasi 2,4-D secara ozonolisis pada pH optimumnya

Ke dalam 7 Erlenmeyer masing-masing dimasukkan 20 mL larutan 2,4-D 50 mg/L dengan pH 3,5. Kemudian masing-masing larutan didegradasi secara ozonolisis dengan waktu yang bervariasi yaitu: 0, 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Hasil ozonolisis disentrifus 60 menit. Setelah diozonolisis diukur kembali absorban masing-masing larutan tersebut pada panjang gelombang optimum dan dihitung persentase degradasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penentuan panjang gelombang maksimum 2,4-D

Dalam hal ini, yang dimaksud dengan panjang gelombang maksimum 2,4-D adalah panjang gelombang yang memberikan nilai absorban 2,4-D maksimum. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur absorban larutan 2,4-D 30 mg/L pada panjang gelombang antara 230 - 400 nm. Dari percobaan yang dilakukan didapat bahwa panjang gelombang maksimum untuk 2,4-D adalah 283,4 nm.

Hasil Penentuan Pengaruh pH terhadap degradasi 2,4-D secara ozonolisis

Untuk menentukan pengaruh pH terhadap degradasi 2,4-D secara ozonolisis dilakukan dengan bervariasi pH awal larutan yang akan didegradasi yaitu 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; dan 4,5. Hasil penentuan pengaruh pH terhadap degradasi 2,4-D secara ozonolisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Pengaruh pH terhadap degradasi 2,4-D secara ozonolisis

pH	% D
1,5	53,57
2	61,15
2,5	67,13
3	68,72
3,5	73,39
4	69,18
4,5	68,48

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa degradasi 2,4-D secara ozonolisis memberikan persentase degradasi terbesar pada pH 3,5. Pada pH tersebut metoda degradasi ozonolisis memberikan persentase degradasi tertinggi, yaitu sebesar 73,39%. pH awal larutan akan mempengaruhi proses degradasi yang terjadi. pH awal sangat mempengaruhi keadaan adsorpsi yang sangat penting untuk memperoleh hasil degradasi tertinggi. Hal ini berkaitan dengan perubahan nilai pH di sekitar pH_{pzc} (*point of zero charge*). Data yang diperoleh menunjukkan bahwa perbedaan persentase degradasi yang didapat disebabkan oleh perbedaan kemampuan metoda ozonolisis dalam menghasilkan spesi radikal yang akan membantu terjadinya proses degradasi pada masing-masing nilai pH. Jafari and Marofi (2005) juga menemukan bahwa 2,4-D dapat didegradasi dalam suasana asam yaitu pada pH 2,5 atau 3,5; sedang pada pH yang lebih tinggi radikal hidroksil akan hilang dengan cepat sehingga mengurangi peluang bereaksi dengan 2,4-D.

Hasil penentuan efektifitas degradasi 2,4-D secara ozonolisis

Efektifitas degradasi 2,4-D secara ozonolisis ditentukan dengan mendegradasi 2,4-D menggunakan metoda tersebut pada rentang waktu 0, 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Hasil penentuan persentase degradasi 2,4-D dengan metoda ozonolisis pada rentang waktu tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Efektifitas degradasi 2,4-D secara ozonolisis

t (menit)	% D
0	0
30	46,05
60	63,75
90	72,28
120	72,92
150	73,35
180	77,40

Tabel 2 memperlihatkan bahwa pada degradasi 2,4-D dalam rentang waktu 0 - 180 menit. ozonolisis memberikan persentase degradasi sebesar 77,40% setelah 180 menit perlakuan. Jadi dapat dikatakan bahwa untuk degradasi 2,4-D tersebut ozonolisis merupakan proses yang cukup efektif. Hal ini disebabkan karena ozonolisis mempunyai kemampuan menghasilkan radikal yang akan membantu proses degradasi 2,4-D cukup tinggi .

KESIMPULAN

Dari penelitian disimpulkan bahwa: (1). pH optimum degradasi 2,4-D secara ozonolisis adalah 3,5; (2). Dalam waktu 180 menit, ozonolisis merupakan proses yang cukup efektif untuk mendegradasi 2,4-D yaitu dengan persentase degradasi sebesar 77,40 %.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- 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.
- 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.
- Spiro, T., G., Stigliani, W., M. 2003. *Chemistry of the Environment*. Second edition. Prentice Hall. New Jersey. p: 344, 399.
- Tu, et al. 2001. *Weed control Methods Handbook*, The Nature Conservancy. 7a: 1-8.
- Xian-wen, X., Xin-hua, X., hui-xiang, S., Da-hui, W. 2005. Study on US/ O₃ mechanism in p-chlorophenol decomposition. *J. Zhejiang Univ SCI.* 6: 553-558.