

DEGRADASI ZAT WARNA MALACHITE GREEN SECARA OZONOLISIS DENGAN PENAMBAHAN KATALIS TiO₂ – anatase dan ZnO

Bhayu Gita Bhernama
Program Studi Kimia, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh
deta.chavez1678@gmail.com

Abstract: Degradation of malachite green has been done. In this research, degradation process of malachite green was done by ozonolisis method, using TiO₂- anatase and ZnO catalyst. The residu of malachite green was centrifuged and measured by spectroscopy UV / Vis at 200-800 nm after degradation. 6 mg / L malachite green diozonolisis for 5 minutes obtained pH optimum at pH 7. 6 mg / L malachite green was added 0.025 mg TiO₂-anatase catalyst, and 0.025 mg ZnO at pH 7 with a variation time obtained optimum time of 5 minutes. Percent degradation of malachite green is generated by the addition of 0.0250 grams of TiO₂-anatase 99.77% and 0.0250 grams of ZnO 93.59%. Percent of the results showed that the degradation of degradation with the addition of TiO₂-anatase is greater than the addition of ZnO, because of the stability of TiO₂- anatase is large.

Abstrak: Degradasi malachite green telah dilakukan. Pada penelitian ini, proses degradasi malachite green dilakukan dengan metoda ozonolisis menggunakan katalis TiO₂-anatase dan ZnO. Sisa malachite green setelah dilakukan degradasi disentrifus dan diukur dengan spektrofotometer UV/Vis pada λ 200 – 800 nm. 6 mg/L malachite green diozonolisis selama 5 menit didapatkan pH optimum pada pH 7. 6 mg/L malachite green ditambahkan katalis 0,025 mg TiO₂-anatase dan 0,025 mg ZnO pada pH 7 dengan variasi waktu didapatkan waktu optimum 5 menit. Persen degradasi malachite green yang dihasilkan dengan penambahan TiO₂-anatase 0,0250 gram 99,77% dan ZnO 0,0250 gram 93,59%. Dari hasil persen degradasi menunjukkan bahwa degradasi dengan penambahan TiO₂-anatase lebih besar daripada penambahan ZnO, dikarenakan kestabilan TiO₂-anatase besar.

Key word : malachite green, TiO₂-anatase, ZnO, katalis

1. PENDAHULUAN

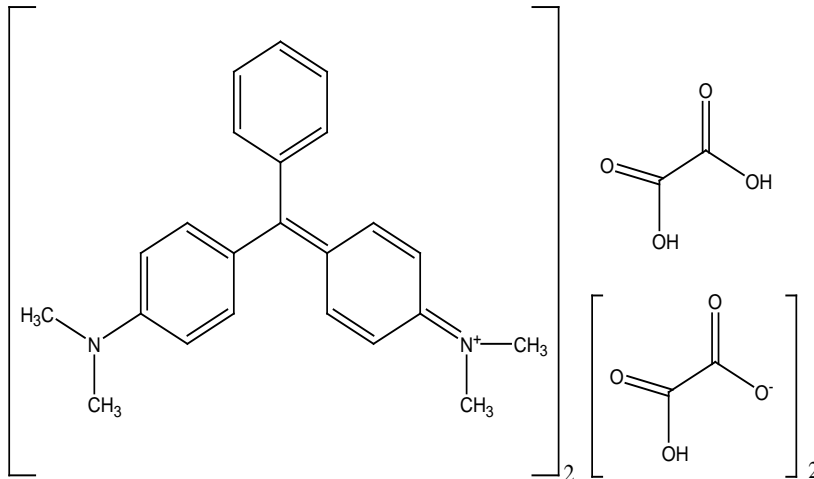
Malachite green oxalate merupakan zat warna jenis *triphenylmethane* (C₂₃ H₂₆ N₂ O, Cl) berwarna hijau gelap dan padatan kristal, dipersiapkan dari benzaldehida dengan dua bagian dari diemethylaniline dan asam sulfat pekat atau seng klorida [1]. *Malachite green oxalate* sering digunakan pada produksi keramik dan tekstil, biosida pada industri akuakultur dan untuk mengobati infeksi jamur dan bakteri pada kulit ikan karena efisiensinya sangat tinggi dalam disinfeksi [1]. Akan tetapi dewasa ini *Malachite green oxalate* juga digunakan sebagai zat pewarna makanan, aditif makanan, desinfektan medis dan anthelminthic serta pewarna dalam sutra, wol, rami, kulit, katun, industri kertas dan akrilik sehingga mempunyai efek terhadap sistem kekebalan tubuh, sistem reproduksi, genotoksik dan sifat karsinogenik [1]. Beberapa penelitian menyatakan bahwa *malachite green* mempunyai sifat karsinogenik sehingga tidak cocok untuk digunakan pada ikan [1]. Selain itu, *malachite green* bisa menjadi racun bagi sel-sel manusia dan menyebabkan pembentukan tumor hati pada hewan pengerat [2], [3]. Zat warna *malachite green oxalate* pada badan air tidak baik dijadikan air minum dan keperluan sehari-hari, demikian juga yang digunakan sebagai disinfektan pada tubuh ikan tidak baik dikonsumsi terlalu banyak karena zat warna ini memiliki struktur kompleks aromatis yang lebih stabil dan sulit terurai [3].

Penguraian zat warna *malachite green oxalate* ini telah banyak dilakukan seperti koagulasi, flokulasi, adsorpsi, dan karbon aktif. Proses tersebut hanya mentransfer kontaminasi dari satu fasa ke fasa yang lain, sehingga meninggalkan masalah yang belum diselesaikan. Dewasa ini, telah dikembangkan pengolahan kontaminasi air yang berbahaya salah satunya dengan ozonolisis. Ozonolisis merupakan salah satu metoda penguraian senyawa organik menggunakan ozon (O₃), dimana terjadi pemecahan ikatan rangkap C=C menghasilkan ikatan rangkap C=O. Pada fasa air, ozon diuraikan oleh ion hidroksida OH⁻ atau basa konjugasi dari H₂O₂(OH⁻) menjadi radikal HO₂ dan OH yang membantu proses penguraian senyawa organik[5]. Untuk meningkat kemampuan penguraian zat warna malachite

green oxalate dengan metoda ozonolisis dilakukan penambahan katalis heterogen berupa TiO_2 -anatase dan ZnO sehingga didapatkan kondisi optimum persen degradasi ozonolisis.

a. Malachite Green Oxalate

Malachite green (MG) ($\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}$) merupakan senyawa kimia yang bersifat toksik. *Malachite green* (Malasit hijau) memiliki nama lain, yaitu 4-[(4-dimetilaminofenil)-fenil-metil]-N,N-dimeti-anilin, atau secara komersil disebut juga *Basic Green 4*, *Victoria green B*, *Aniline Green*, *Diamond Green B* [1]. *Malachite green* (hijau malasit) dengan rumus kimia $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}$ dan struktur :



Gambar 1. Struktur *Malachite green oxalate*

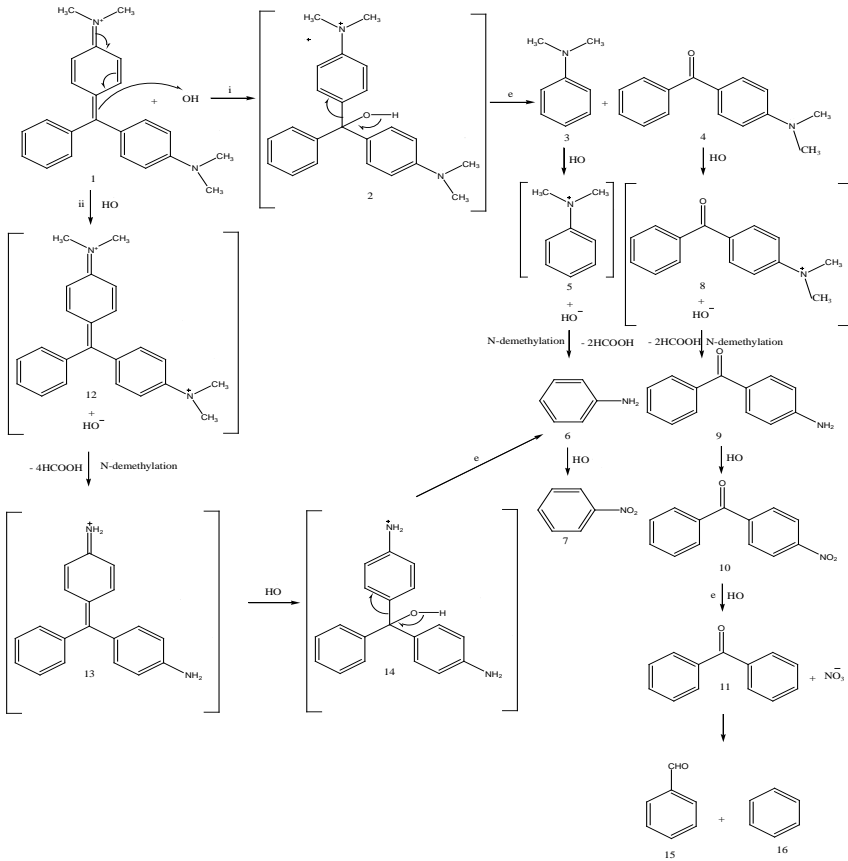
Malachite green secara luas digunakan sebagai biosida pada industri akuakultur, efektif melawan infeksi protozoa dan jamur. Selain itu juga digunakan sebagai zat pewarna makanan, aditif makanan, desinfektan medis dan *anthelminthic* serta pewarna dalam sutra, wol, rami, kulit, katun, industri kertas dan akrilik [1]. Dewasa ini, *malachite green* menjadi senyawa yang kontroversial disebabkan resiko kepada konsumen ikan. Resiko yang terjadi berupa kerusakan sistem kekebalan tubuh, dan sistem reproduksi.

b. Fungsi *Malachite green*

Malachite green selain sebagai zat warna organik juga berfungsi sebagai parasitisida antiprotozoa dan fungisida. *Malachite green* sebagai fungisida, digunakan untuk mencegah perkembangan jamur *oomycete* pada ikan dan telur ikan, baik sebagai terapi pasca-infeksi dan profilaksis. *Malachite green* sebagai Antiprotozoa digunakan untuk mengontrol protozoa, misalnya; *Paranophrys* pada kepiting Milten ; *Ichthyophthirius* pada *Ictarulus punctatus* dan ikan hias; *Trichodina* pada belut, *Epinephalus* dan Turbot; *Trichodinella epizootica* pada filamen insang ikan mas [1]

c. Efek toksikologi *Malachite Green* pada ikan, mamalia dan binatang

Malachite Green yang digunakan sebagai anti protozoa pada ikan akan tetapi bersifat racun akut dan kronis, karsinogenesis, mutagenesis. Selain daripada itu, *Malachite green* juga menyebabkan bahaya kesehatan umum dan juga masalah potensial lingkungan. Mamalia *Malachite green* sitotoksik yang sangat tinggi dan karsinogenik pada hati, thyroid dan organ lain binatang percobaan. [1], [2].



Gambar 2. Jalur reaksi degradasi *malachite green* (Berberidou *et al.*, 2007)

Gambar 2 menunjukkan jalur degradasi malachite green yang terjadi pada dua jalur. Pertama melibatkan serangan radikal hidroksil pada atom pusat malachite green (1) menghasilkan radikal kationik reaktif (2) yang berikatan antara atom pusat karbon dan N,N-dimethylamino cincin fenil, terbelah menjadi N,N dimetil-benzenamine (3) dan 4-dimethyl amino-benzofenon (4) N,N dimetil benzenamine diserang radikal hidroksil menghasilkan radikal kationik (5) dimethylaled menghasilkan benzenamine (6) teroksidasi untuk membentuk nitrobenzena (7). 4-dimethylaminobenzenphenone dioksidasi menjadi

4-nitrobenzofenon (10) dikonversi menjadi benzofenon (11) dan NO_3^- . Pembelahan benzaldehida menghasilkan benzofenon (15) dan benzena (16). Jalur kedua melibatkan radikal hidroksil menyerang kelompok N, N-dimethylamino MG memberikan sebuah radikal kationik reaktif (12) dimethylation selanjutnya dan oksidasi akhirnya menghasilkan benzenamine dan 4-amino-benzofenon.[2]

d. Ozonolisis

Ozonolisis merupakan suatu metoda degradasi senyawa organik dengan menggunakan ozon (O_3), dimana terjadi pemecahan ikatan antara $\text{C}=\text{C}$ sehingga menghasilkan ikatan rangkap $\text{C}=\text{O}$. Hasil degradasi tergantung pada jenis ikatan rangkap yang teroksidasi dan kondisi perlakuan. Dengan adanya ozon (O_3), terjadi pemutusan ikatan antara π pada alkena, menghasilkan 2 ikatan $\text{C}=\text{O}$ yang baru. Ozon dapat bereaksi dengan senyawa organik baik langsung atau tidak langsung melalui dekomposisi dan formasi dari radikal hidroksil atau oksidasi dari spesies organik yang mungkin terjadi melalui kombinasi reaksi dengan molekul ozon dan reaksi dengan hidroksi radikal [5].

2. METODA

Metoda degradasi zat warna *Malachite green* ($\text{C}_{52}\text{H}_{54}\text{N}_4\text{O}_{12}$) > 99% yang dilakukan adalah ozonolisis dengan penambahan katalis TiO_2 -anatase dan ZnO . Serapan *Malachite green* diukur dengan spektrofotometer UV/Vis pada λ 200-800 nm pada variasi konsentrasi sebagai larutan standar. Kemudian, diambil data absorban pada panjang gelombang yang memberikan serapan optimum. Data absorban maksimum digunakan untuk penguraian zat warna malachite green pada variabel penentuan pH maksimum, waktu optimum dan berat optimum katalis.

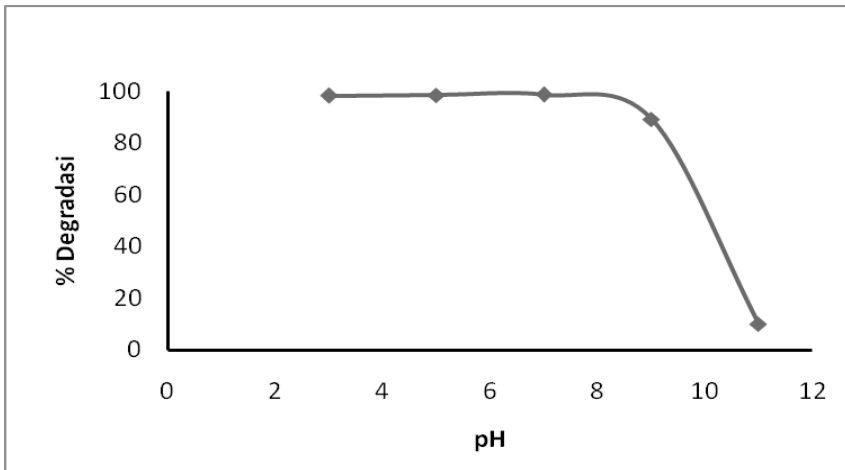
3. HASIL

a. Pengukuran serapan maksimum malachite green

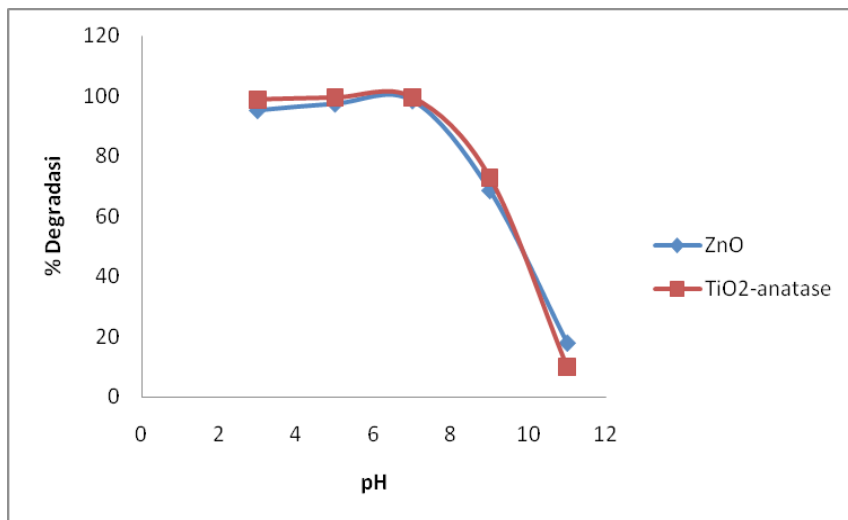
Pengukuran serapan maksimum *malachite green* dilakukan dengan mengukur absorban malachite green pada panjang gelombang λ 200-800 nm. Larutan *malachite green* dengan variasi konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/L memberikan serapan maksimum pada konsentrasi 6 mg/L dengan absorban 618,07 nm dan nilai absorpsivitas molar (ϵ) 110031,452021 mol L⁻¹ cm⁻¹.

b. Pengaruh pH Optimum Ozonolisis

Larutan *malachite green* 6 mg/L diatur pH larutan 3, 5, 7, 9 dan 11 lalu dialiri ozon selama 5 menit. pH 3 dan 5 cenderung suasana asam, hasil persen degradasi secara ozonolisis naik secara signifikan. pH 9 dan 10 cenderung suasana basa, didapatkan hasil persen degradasi turun secara drastis.



Gambar 3. Pengaruh pH Ozonolisis terhadap persentase degradasi *Malachite green oxalate* tanpa penambahan katalis selama 5 menit. Ket : [*Malachite green oxalate*] 6 mg/L

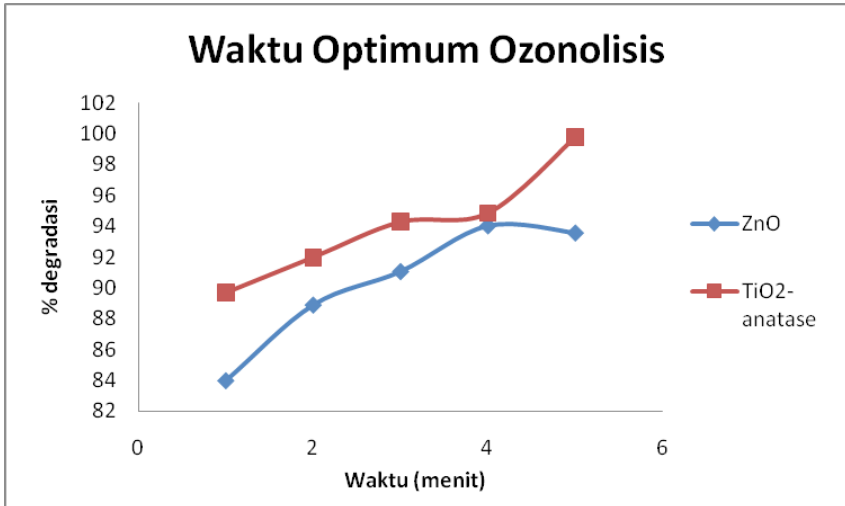


Gambar 4. Pengaruh pH Ozonolisis terhadap persentase degradasi *Malachite green oxalate* dengan penambahan TiO₂ anatase dan ZnO selama 5 menit. Ket : [*Malachite green oxalate*] 6 mg/L

Dari Gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa persen degradasi optimum selama 5 menit terdapat pada pH 7. Persentase degradasi pH, 3, 5 dan 7 tidak jauh berbeda secara signifikan (cenderung naik) sampai pada pH optimum yang diperoleh adalah 7. Persen degradasi tanpa penambahan katalis 98.17% dengan penambahan 0,005 gram TiO₂-anatase 99,62% dan penambahan 0,005 gram ZnO 98,36%. Pada pH 7 merupakan pH netral dimana radikal OH yang terbentuk pada proses ozonolisis lebih baik menguraikan *malachite green* dari pada suasana asam ataupun basa. Pada suasana asam (pH 3 dan 5) penguraian *malachite green* terus berlangsung dan pada suasana basa (pH 9 dan 11) penguraian *malachite green* telah mencapai keadaan jenuh menyebabkan persen degradasi menurun.

c. Pengaruh Waktu Optimum Ozonolisis.

Larutan *malachite green* 6 mg/L pada pH optimum. dilakukan degradasi dengan mengalirkan ozon ke dalam larutan dengan variasi waktu 1, 2, 3, 4 dan 5 menit. Hasil persen degradasi ozonolisis dengan variasi waktu tanpa penambahan katalis TiO₂-anatase dan ZnO didapat 92,15% pada waktu optimum 5 menit.



Gambar 5. Pengaruh waktu Ozonolisis terhadap persentase degradasi *Malachite green* dengan penambahan TiO_2 -anatase dan ZnO .

Ket : [*Malachite green oxalate*] 6 mg/L

Pengaruh penambahan berat katalis TiO_2 -anatase 0,0250 gram pada pH dan waktu optimum didapatkan persen degradasi secara ozonolisis 99,77% dan penambahan berat katalis ZnO 0,0250 gram pada pH dan waktu optimum didapatkan persen degradasi 93,59%. Hasil degradasi secara ozonolisis dengan penambahan berat katalis TiO_2 -anatase selama 5 menit lebih besar dari pada penambahan berat katalis ZnO . TiO_2 -anatase memiliki aktivitas fotokatalisis yang lebih tinggi dibandingkan logam semikonduktor lainnya sehingga dapat menyerap cahaya ultraviolet yang baik. Selain itu, TiO_2 -anatase lebih stabil dibandingkan ZnO .

4. KESIMPULAN

Degradasi zat warna *malachite green* dengan variasi pH dan waktu penguraian. Variasi pH larutan 3, 7, 9 dan 11 selama 5 menit. pH optimum yang didapatkan tanpa penambahan katalis 98. 17 % dengan penambahan katalis TiO_2 -anatase 99,62% dan ZnO 98,36%. Persen degradasi dengan penambahan berat katalis TiO_2 -anatase dan ZnO 0,0250 gram, pH dan waktu optimum degradasi 99,77% dan 93,59%.

DAFTAR PUSTAKA

- Shivaji. S, R. Sinha, D. Roy. 2004. Toxicological Effects of Malachite Green, Review of Aquatic Toxicology Elsevier, 66 : 319 – 329,
- Barberidou, C. Poullos, I. Xekoukoulotakis, N. P. Mantzavinos, D. 2007. Sonolytic, phtocatalytic adn sonophotocatalytic degradation of malachite green in aqueous solutions. Applied Catalysis B : Eviromental. Elsevier. 63 – 72.
- Yijie Chen, Y. Zhang, Chen Liu, A. Lu, and W. Zhang. 2012. Photodegradation of Malachite Green by Nanostructured Bi₂WO₆ Visible Light-Induced Photocatalyst. International Journal of Photoenergy. 10.1155/2012/510158
- H. Tahir, U. Hammed, M. Sultan and Q. Jahanzeb. 2010. Batch adsorption technique for the removal of malachite green and fast green dyes by using montmorillonite clay as adsorbent. African Journal of Biotechnology. Vol. 9(48), pp. 8206-8214
- Tietze, L. F., M. Bratz. 1998. Ozonolysis Mechanism on Organic Chemistry. [Org. Syn.](#) Coll, 9: 314.