

KINETIKA FOTODEGRADASI METILEN BIRU OLEH CAHAYA TAMPAK MENGGUNAKAN KOMPOSIT $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}/\text{HAP}$ DARI TULANG IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sp.*) DENGAN PERLAKUAN ASAM

Reksih Evander Bando^{1*}, Audy D. Wuntu¹ dan Henry F. Aritonang¹

¹Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat, Kleak, Manado 95115 Sulawesi Utara

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kinetika fotodegradasi pewarna sintetik metilen biru menggunakan material komposit yang dihasilkan dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) terkalsinasi pada suhu 600-1000 °C. Tulang ikan terkalsinasi direaksikan dengan asam dan AgNO_3 kemudian digunakan dalam kajian kinetika fotodegradasi. Sejumlah komposit diinteraksikan dengan larutan metilen biru dengan variasi waktu antara 2-180 menit di bawah radiasi sinar tampak dan konsentrasi metilen biru yang tersisa ditentukan dengan spektrofotometer uv-vis. Data dianalisis menurut model kinetika orde ke-1 dan ke-2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fotodegradasi metilen biru berlangsung mengikuti model kinetika orde ke-2.

Kata kunci: Tulang ikan kakap merah, fotodegradasi, Ag_3PO_4 , metilen biru

ABSTRACT

Methylene blue photodegradation kinetics using materials synthesized from red snapper (*Lutjanus sp.*) bones calcined at 600-1000 °C has been investigated. Calcined bones were reacted with acid and AgNO_3 and were used in photodegradation kinetics study. Composites were interacted with methylene blue solutions for a periode of time in a range of 2–180 min under visible light and the dye remained in the solutions was determined using UV-Vis spectrophotometer. Data obtained were analyzed using first and second order kinetics model. The results showed that methylene blue was photodegraded by the composites under visible light according to the second order kinetics model.

Keywords: Red snapper bone, photodegradation, Ag_3PO_4 , methylene blue

PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan industri tekstil di Indonesia telah mengalami perkembangan sangat pesat. Selain memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, perkembangan industri tekstil juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini diakibatkan oleh proses produksi tekstil yang selalu menghasilkan limbah, misalnya limbah cair yang mengandung pewarna sintetik seperti metilen biru (MB). Zat warna merupakan senyawa organik yang sukar terurai di alam serta bersifat resisten dan toksik. Zat warna MB digunakan secara luas pada industri tekstil dan telah menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan limbah karena sulit terurai di lingkungan. Senyawa ini bersifat toksik dan dapat menyebabkan mutasi genetik serta berpengaruh pada reproduksi mahluk

hidup. Senyawa ini memiliki rumus molekul $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$ dengan bobot molekul 373,91 gram/mol, berwarna hijau tua, tidak berbau dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air, kloroform dan alkohol (Widihati dkk., 2011).

Untuk mengatasi permasalahan lingkungan seperti yang diakibatkan oleh limbah yang mengandung pewarna sintetik, ada banyak metode yang dapat diaplikasikan, di antaranya adalah metode fotodegradasi. Metode fotodegradasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis berupa semikonduktor seperti TiO_2 , ZnO dan CdS (Firmansyah dkk., 2019). Piccirillo dkk. (2015) telah melakukan penelitian untuk mensintesis material mengandung semikonduktor Ag_3PO_4 dari tulang ikan Cod. Dalam penelitian tersebut didapatkan bahwa material yang mengandung Ag_3PO_4 tersebut mampu mendegradasi zat warna hingga 90%. Pada penelitian ini telah disintesis komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}/\text{HAP}$ dari tulang ikan kakap

* Korespondensi:

Telepon: +62 851-0033-9759

Email: bandoreksih@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.35799/cp.12.2.2019.27428>

merah terkalsinasi yang diperlakukan dengan asam dan AgNO_3 dan selanjutnya digunakan dalam kajian kinetika fotodegradasi metilen biru. Penelitian ini bertujuan mengetahui model kinetika dari fotodegradasi MB oleh komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}/\text{HAp}$ terkalsinasi 600 °C, 800 °C dan 1000 °C.

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah tulang ikan kakap merah, AgNO_3 , zat warna metilen biru, dan HNO_3 . Peralatan utama yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800), dan lampu pijar 75 watt (Philips). Tulang ikan kakap merah dikalsinasi pada suhu 600 °C, 800 °C dan 1000 °C, direaksikan dengan asam, dan kemudian diperlakukan dengan AgNO_3 . Material dikeringkan dalam oven dan selanjutnya digunakan untuk eksperimen kinetika fotodegradasi MB. Dalam experiment kinetika fotodegradasi MB, sebanyak 0,05 g komposit diinteraksikan dengan 15 mL larutan MB di bawah radiasi cahaya tampak selama periode waktu tertentu dalam kisaran waktu 2-180 menit. Konsentrasi MB yang tersisa dalam larutan kemudian ditentukan dengan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 664 nm. Data selanjutnya dianalisis menurut model kinetika reaksi orde ke-1.

$$-\ln \frac{C_t}{C_0}$$

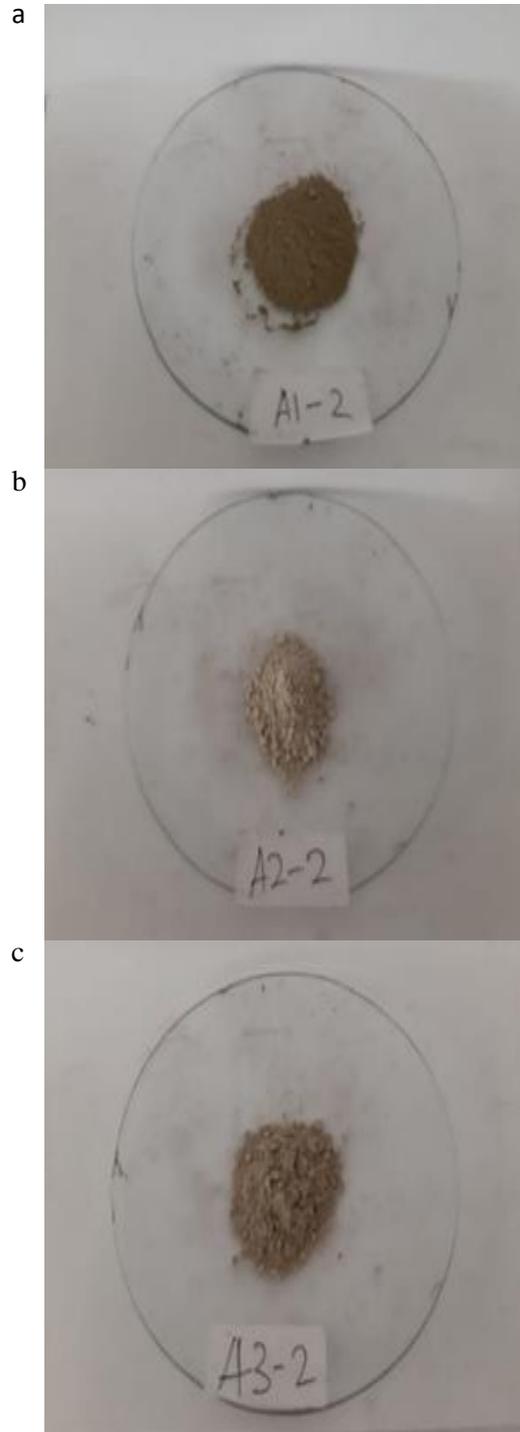
dimana C_t = konsentrasi awal, C_0 = konsentrasi akhir dan model kinetika reaksi orde ke-2.

$$\frac{1}{C_t}$$

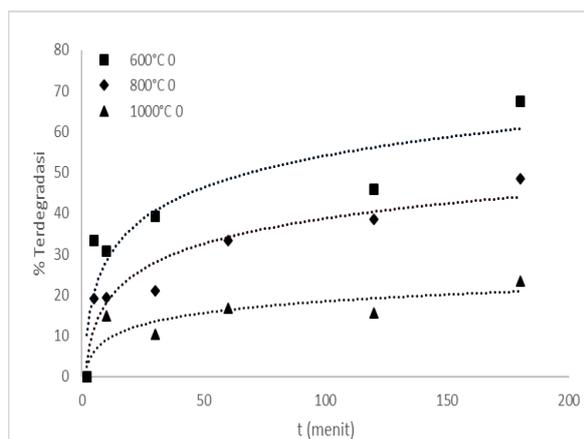
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalsinasi tulang ikan kakap merah dilakukan untuk menghilangkan senyawa organik yang ada pada tulang ikan dengan pemanasan pada suhu 600 °C, 800 °C dan 1000 °C Tulang yang belum dikalsinasi umumnya mengandung kurang lebih 35 % bahan organik dan 65% material anorganik berupa hidroksiapatit (HAp). Bahan organik habis dapat terbakar pada pemanasan 550 °C (Halifudin, 2011) dan menyisakan material anorganik dalam tulang yang kemudian digunakan untuk menghasilkan komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}/\text{HAp}$ melalui rekasi dengan asam dan AgNO_3 (Gambar

1). Jumlah MB yang mengalami fotodegradasi dalam selang waktu 2-180 menit oleh komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}/\text{HAp}$ yang dihasilkan dari tulang ikan terkalsinasi 600 °C, 800 °C, dan 1000 °C ditunjukkan pada Gambar 2.

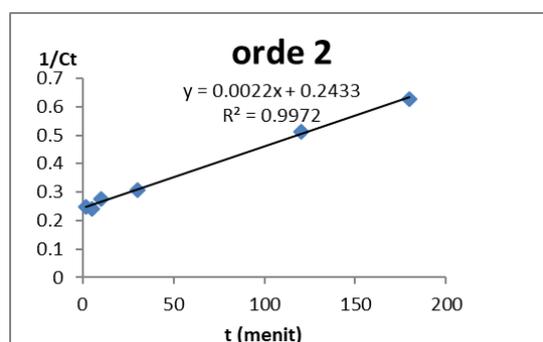
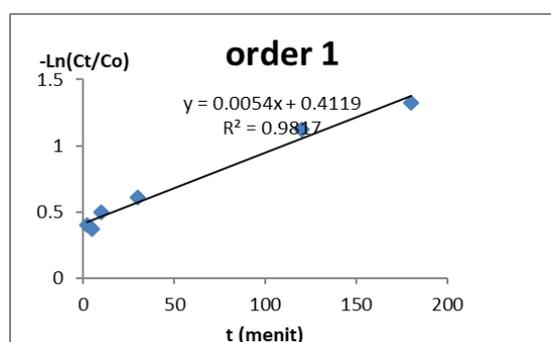


Gambar 1. Komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{Ag}/\text{HAp}$ dari tulang ikan terkalsinasi (a) 600 °C, (b) 800 °C dan (c) 1000 °C.

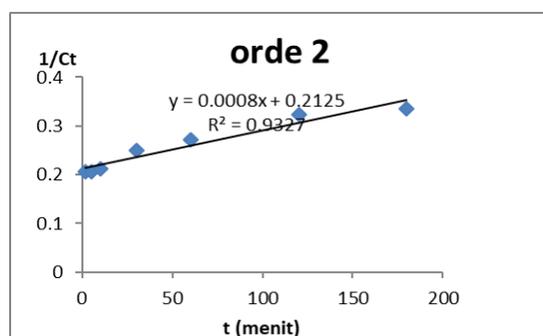
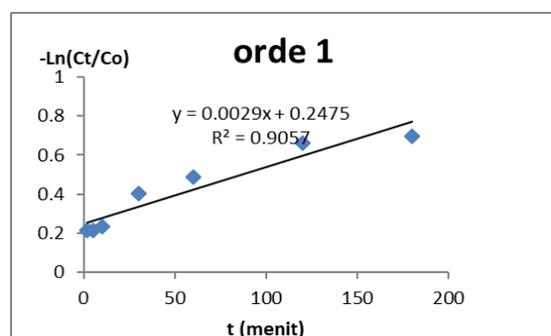


Gambar 2. Jumlah MB terdegradasi oleh komposit dari tulang ikan terkalsinasi pada berbagai suhu.

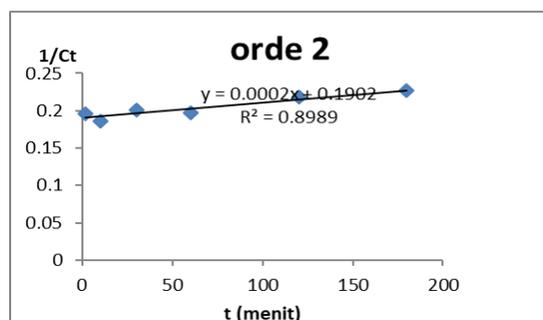
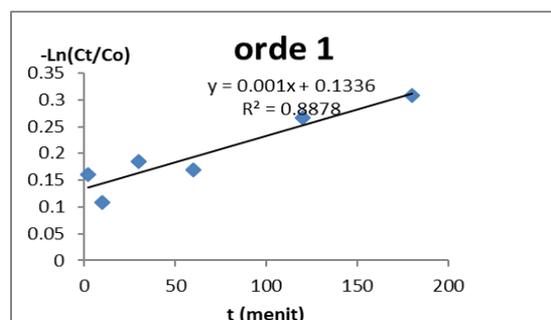
Fotodegradasi MB di bawah sinar tampak paling banyak terjadi oleh komposit fotokatalis yang disintesis dari tulang ikan kakap merah yang dikalsinasi pada 600 °C. Pada suhu ini, HAp lebih amorf, memiliki kristalinitas rendah, dan luas permukaan yang lebih besar (Wei dkk., 2015), sehingga memiliki situs adsorpsi lebih banyak dan lebih banyak MB pada permukaan fotokatalis yang dapat didegradasi. Plot $-\ln C_t/C_0$ vs t untuk model kinetika reaksi orde ke-1 dan $1/C_t$ vs t untuk model kinetika reaksi orde ke-2 ditunjukkan pada Gambar 3-5.



Gambar 3. Model kinetika fotodegradasi MB orde ke-1 dan orde ke-2 oleh komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ dari tulang ikan terkalsinasi 600 °C.



Gambar 4. Model kinetika fotodegradasi MB orde ke-1 dan orde ke-2 oleh komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ dari tulang ikan terkalsinasi 800 °C.



Gambar 5. Model kinetika fotodegradasi MB orde ke-1 dan orde ke-2 oleh komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ dari tulang ikan terkalsinasi 1000 °C.

Dengan melihat linearitas korelasi antara $-\ln C_t/C_0$ dan waktu serta antara $1/C_t$ dan waktu terlihat bahwa fotodegradasi MB oleh komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ cenderung mengikuti model kinetika orde ke-2. Pada umumnya orde reaksi terhadap suatu zat tertentu tidak sama dengan koefisien dalam persamaan stoikiometri reaksi (Hiskia & Achmad 2003). Orde reaksi pada reaksi kimia dapat di artikan sebagai laju reaksi yang terjadi pada suatu reaksi kimia, dimana orde ke-1 laju reaksi yang berbanding langsung dengan konsentrasi reaktan dan model kinetika orde ke-2 laju reaksi yang berbanding langsung dengan kuadrat konsentrasi reaktan. Menurut Tbatou dkk. (2007), dengan asumsi reaksi orde ke-1 untuk degradasi mikronutrien, laju reaksi sebanding dengan konsentrasi di bawah kondisi isothermal. Nilai-nilai konstanta laju reaksi fotodegradasi koefisien determinasi model kinetika orde ke-2 untuk ketiga komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ 600 °C, 800 °C dan 1000 °C di tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konstanta laju reaksi untuk fotodegradasi MB oleh komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ menurut kinetika orde ke-2

Suhu kalsinasi	K	R ²
600	0,2433	0,9972
800	0,2125	0,9327
1000	0,1902	0,8989

Pada Tabel 1 terlihat bahwa fotodegradasi MB yang paling cepat terjadi pada komposit yang disintesis dari tulang ikan yang terkalsinasi 600 °C. Karakteristik ini sepertinya berkaitan dengan kristalinitas HAp yang dihasilkan dari kalsinasi tulang ikan dengan suhu lebih rendah dan sebanding dengan kemampuan fotodegradasi yang paling besar oleh komposit ini (Gambar 2).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa fotodegradasi MB oleh komposit $Ag_3PO_4/Ag/HAp$ berlangsung mengikuti model kinetika orde ke-2. Semakin rendah suhu kalsinasi tulang ikan makin cepat fotodegradasi berlangsung dan fotodegradasi paling cepat terjadi oleh komposit yang disintesis dari tulang ikan yang dikalsinasi pada suhu 600 °C

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, W.B., Rokhmat, M. & Wibowo, E. 2019. Titanium dioxide coating on mica plastic as photocatalist for degradating of blue methylene. *e-Proceeding of Engineering*. 6(1), 1157-1163.
- Hafiludin. 2011. Karakteristik proksimat dan kandungan senyawa kimia daging putih dan daging merah ikan tongkol (*Euthynnus Affinis*). *Jurnal Kelautan*. 4(1), 1-10.
- Hiskia & Achmad. 2011. *Elektrokimia dan kinetika kimia*. Bandung: PT. Citra Aditya Sakti.
- Piccirillo, C., Pinto, R.A., Tobaldi, D.M., Pullar, R.C., Labrincha, J.A., Pintado, M.M.E. & Castro, P.M.L. 2015. Light induced antibacterial activity and photocatalytic properties of Ag/Ag_3PO_4 -based material of marine origin. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 296, 40-47.
- Tbatou, M., Dhuique-Mayer, C., Carail, M., Caris, C., Veyrat, C., Dornier, M. & Amiot, M.J. 2007. Thermal degradation of antioxidant micronutrients in citrus juice: Kinetics and newly formed compounds. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 55, 4209-4216.
- Wei, W., Yanga, L., Zhonga, W., Cuia, J. & Wei, Z. 2015. Poorly crystalline hydroxyapatite: A novel adsorbent for enhanced fulvic acid removal from aqueous solution. *Applied Surface Science*. 328-339.
- Widihati, I.A.G., Diantariani, N.P. & Nikmah, Y.F. 2011. Fotodegradasi metilen biru dengan sinar UV dan katalis Al_2O_3 . *Jurnal Kimia*. 5 (1), 31-42.