

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.MPS.09

PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI FOTOKATALIS *CARBON NANODOTS* UNTUK PENJERNIHAN AIR LIMBAH BATIK

Aan Priyanto^{a)}, Devin Sidik Prayogi^{b)}, Nila Fitriya^{c)}, Jotti Karunawan^{d)}, Sulhadi^{e)}, Mahardika Prasetya Aji^{f)}

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang, Jl. Raya Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Email: ^{a)}priyantoaan22@gmail.com, ^{b)}devinsidik95@gmail.com, ^{c)}nilafitriya96@gmail.com, ^{d)}jottikarunawan@gmail.com, ^{e)}sulhadipati@yahoo.com, ^{f)} mahardika190@yahoo.com

Abstrak

Pencemaran limbah zat warna batik pada air menjadi salah satu masalah lingkungan yang memerlukan penanganan. Teknik fotokatalis menggunakan material *carbon nanodots* (C-Dots) minyak jelantah dengan bantuan sinar matahari merupakan metode ekonomis untuk menyelesaikan masalah tersebut. C-Dots dari minyak jelantah dihasilkan dari proses *hydrothermal* pada temperatur 300°C selama 150 menit. C-Dots dari minyak jelantah digunakan sebagai material fotokatalis pada larutan limbah batik dengan variasi waktu iradiasi sinar matahari. Hasil proses fotokatalitik menunjukkan bahwa larutan limbah batik mengalami degradasi konsentrasi. Hal ini teramati dari perubahan warna larutan dan berdasarkan analisis pengolahan citra digital menunjukkan kenaikan nilai intensitas *Black and White* dengan meningkatnya waktu iradiasi sinar matahari dalam proses fotokatalitik. Semakin lama waktu iradiasi sinar matahari, semakin jernih larutan yang dihasilkan, dan semakin naik citra intensitas *black and white (grayscale)* yang dihasilkan. Hal ini mengindikasikan bahwa unsur yang terkandung dalam larutan limbah batik telah mengalami degradasi konsentrasi sehingga partikel yang mampu memantulkan sinar dari kamera semakin sedikit. Hasil ini menunjukkan bahwa C-Dots dari minyak jelantah memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai material fotokatalis penjernih air.

Kata-kata kunci: *Minyak jelantah, Carbon nanodots, Fotokatalis, Limbah batik.*

Abstract

Pollution of batik dye waste on water becomes an environmental problem which requires treatment. Photocatalyst technique using *carbon nanodots* (C-Dots) from waste frying oil with sunlight irradiation is an effective method to solve the problem. C-Dots from waste frying oil are produced by hydrothermal method at a temperature of 300°C for 150 minutes. C-Dots from waste frying oil used as photocatalyst material in batik waste solution with time variation of sunlight irradiation. The results of the photocatalytic process showed that the solution of batik waste experienced concentration degradation. This was observed from the color change of the solution and based on the analysis of digital image processing showed an increase in intensity value of Black and White with increasing the time of sunlight irradiation in photocatalytic process. The longer the irradiation time of the sun, the clearer the resulting solution, and the increased the intensity of black and white (grayscale) produced. This indicates that the elements contained in the batik waste solution have degraded the concentration so that the particles that can reflect light from the camera are getting less. These results show that C-Dots from waste frying oil have an excellent potential to be developed as water purification photocatalyst material.

Keywords: *Waste frying oil, Carbon nanodots, Photocatalyst, Waste batik water.*

PENDAHULUAN

Batik telah ditetapkan oleh UNESCO pada tanggal 2 Oktober 2009 sebagai satu kekayaan yang dimiliki oleh bangsa Indonesia. Berkembangnya teknologi dalam pembuatan batik mampu menghasilkan ragam batik yang lebih variatif dan tampak modern yang bersesuaian dengan perubahan zaman serta dapat diperoleh dengan harga yang terjangkau. Minat yang tinggi terhadap batik menuntut produksi dalam jumlah yang sangat banyak. Namun dibalik keindahan ragam dan corak batik, proses pewarnaan memberi dampak yang serius pada lingkungan. Zat warna merupakan salah satu bahan baku produksi batik dimana sebesar 10-15 % zat warna yang sudah digunakan tidak dapat dipakai ulang dan harus dibuang [1]. Partikel pigmen pewarna dengan ukuran yang sangat kecil dan terdispersi sangat sulit dipisahkan dari air dengan proses filtrasi mekanik.

Prinsip fotokatalis menjadi teknik sederhana untuk dekomposisi polutan yang terdispersi dalam air. Para peneliti telah melakukan penelitian tentang berbagai material fotokatalis sebagai penjernih seperti material C-Dots. C-Dots memiliki sifat pendaran (luminisen) yang baik, tidak beracun (non toksik) karena berasal dari bahan-bahan organik, tidak mudah larut dalam air, serta keberadaan bahan baku pembuatan materialnya yang sangat melimpah di alam dan mudah dijumpai [2]. Sifat-sifat inilah yang membuat C-Dots dapat dimanfaatkan dalam berbagai teknologi. C-Dots berpotensi sebagai bahan fotokatalis, konversi energi, *bioimaging*, *biological labelling*, sensor, maupun optoelektronika [3].

Melimpahnya ikatan rantai karbon pada minyak jelantah menjadikannya sebagai bahan dasar untuk fabrikasi bahan berpendar C-Dots. Beberapa tahun terakhir para peneliti berhasil memproduksi C-Dots dengan bahan dasar organik seperti susu kedelai [4], dan mensintesis C-Dots dari bahan dasar sari jeruk melalui metode pemanasan yang dianggap paling sederhana yaitu metode hidrotermal [5]. Sumber C-Dots dari bahan lain adalah C-Dots yang disintesis dari minyak jelantah. C-Dots yang dihasilkan dari proses pemanasan minyak jelantah memiliki sifat luminisen yang baik karena mampu berpendar saat disinari dengan sinar UV [6]. C-dots dari minyak jelantah juga telah terbukti efektif dalam mendegradasi methylene blue [7, 8].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan pemanfaatan C-Dots dari minyak jelantah sebagai material fotokatalis untuk menjernihkan air limbah batik.

METODE PENELITIAN

Fotokatalis C-Dots dibuat dari 60 ml minyak goreng dengan cara memanaskannya di dalam *Furnace* dengan temperatur 300⁰C selama 150 menit. Hasil dari pemanasan tersebut berupa minyak jelantah yang sudah menjadi C-Dots. Sampel C-Dots ini kemudian dilapiskan dipermukaan sampel limbah batik yang sudah ditempatkan pada gelas palstik. Sampel limbah batik dibagi dalam 6 gelas palstik masing-masing 80 ml dengan lapisan C-Dots masing-masing 10 ml. Sampel tersebut kemudian dijemur di bawah sinar matahari. Lama waktu penyinaran matahari dijadikan sebagai variabel bebas pada penelitian ini. Waktu yang digunakan meliputi: 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam dan 30 jam.

Uji fotokatalis terhadap air limbah batik menggunakan material fotokatalis C-Dots minyak jelantah dilakukan untuk mengetahui efektivitas C-Dots minyak jelantah sebagai material katalis untuk menjernihkan air dari cemaran limbah cair organik. Keberhasilan pengujian fotokatalis dilihat dengan memvariasi waktu uji fotokatalis selama 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam, dan 30 jam dengan volume air limbah 80 ml dan C-Dots 10 ml.

Karakterisasi larutan hasil uji fotokatalis dianalisis menggunakan pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) melalui *Software wcol475e*. Intensitas *Black and White* (I_{BW}) dari analisis citra digital ini menunjukkan tingkat kepekatan dan banyaknya partikel yang ada dalam suatu medium yang difoto dan dianalisis dengan *Software wcol475e*. Semakin tinggi intensitas *Black and White*

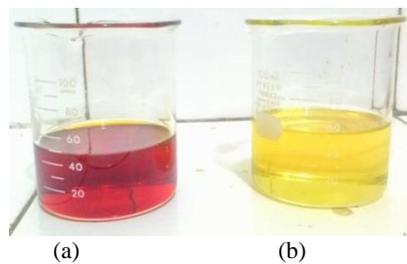
yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel yang diuji semakin transparan dan semakin berkurang partikel-partikel pengotornya. Persamaan untuk menentukan besarnya intensitas *Black and White* (I_{BW}) dapat dituliskan seperti pada persamaan (1)

$$I_{BW}(x, y) = \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3} \tag{1}$$

dimana: $I_R(x, y)$ = nilai *pixel Red* titik (x,y), : $I_G(x, y)$ = nilai *pixel Green* titik (x,y) : $I_B(x, y)$ = nilai *pixel Blue* titik (x,y) sedangkan $I_{BW}(x, y)$ = nilai *pixel Black and White* titik (x,y) [9].

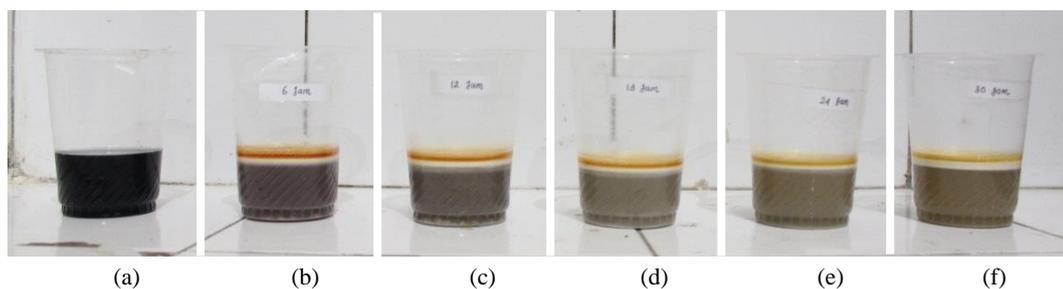
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel fotokatalis C-Dots telah dibuat dari 60 ml minyak goreng dengan cara memanaskannya di dalam *furnace* dengan temperatur 300°C selama 150 menit. Proses pemanasan yang berlangsung lama akan meningkatkan kejenuhan asam lemak pada minyak. Asam lemak jenuh memiliki ikatan karbon yang lebih banyak dari asam lemak tak jenuh, sehingga jumlah rantai karbon yang terputus dan membentuk partikel C-Dots juga semakin banyak. Sampel minyak setelah di *Furnace* dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1. (a) C-Dots minyak goreng (jelantah) (b) Minyak goreng biasa.

Proses uji fotokatalis dimulai dengan menyiapkan larutan limbah batik 480 ml. Larutan ini kemudian dimasukkan dalam gelas-gelas plastik sebanyak 6 buah dengan volume limbah batik masing-masing 80 ml. Untuk mengetahui optimasi waktu uji fotokatalis dilakukan variasi waktu uji selama 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam, 24 jam, dan 30 jam pada volume C-Dots tetap. Adapun Hasil uji fotokatalis dengan variasi waktu pemanasan untuk volume C-Dots tetap sebanyak 10 ml ditunjukkan oleh Gambar 2.



GAMBAR 2. Hasil uji fotokatalis C-Dots pada limbah batik dengan variasi waktu penyinaran matahari : (a) 0 jam, (b) 6 jam, (c) 12 jam, (d) 18 jam, (e) 24 jam, (f) 30 jam.

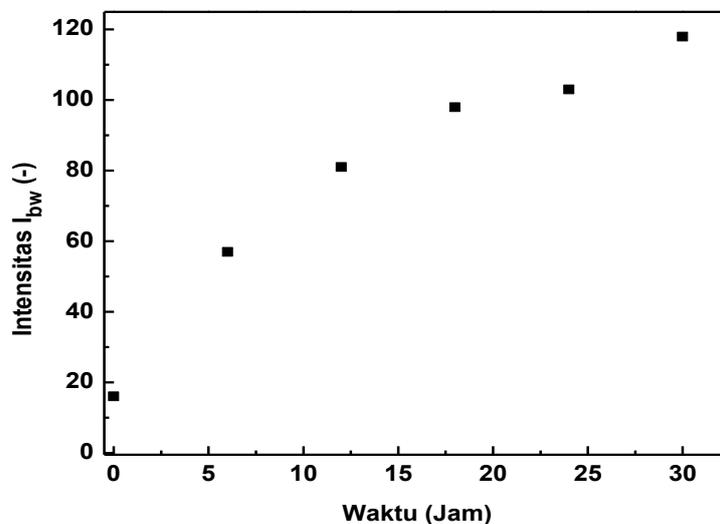
Gambar 2 (a) merupakan larutan limbah batik yang belum melalui proses uji fotokatalis menunjukkan warna limbah yang sangat pekat. Warna hitam pekat tersebut terdegradasi setelah melalui proses uji fotokatalis di bawah sinar matahari. Larutan limbah batik yang diuji fotokatalis menggunakan material katalis C-Dots menunjukkan secara visual larutan yang perlahan semakin

jernih pada waktu uji fotokatalis selama 30 jam Gambar 4.2 (f). Hal ini menunjukkan peran C-Dots sebagai material katalis yang mempercepat terjadinya reaksi fotokatalis pada larutan limbah batik.

Secara mikroskopis energi foton yang dibawa oleh cahaya matahari diserap oleh C-Dots yang membantu proses eksitasi elektron pada C-Dots sehingga menghasilkan eksiton atau pasangan elektron (e^-) dan *hole* (h^+). Proses ini dinamakan dengan fotoeksitasi. Banyaknya jumlah atom yang menempati permukaan katalis, maka pasangan elektron (e^-) dan *hole* (h^+) yang terbentuk akan semakin banyak pula. Elektron dan *hole* yang terbentuk akan mengalami reaksi redoks yang menghasilkan O_2^- dan radikal hidroksil (OH^-). Semakin banyak radikal hidroksil yang terbentuk akan membantu proses degradasi larutan limbah batik.

Radikal hidroksil yang terbentuk akan mendegradasi permukaan larutan limbah batik yang berada di bawah lapisan C-Dots. Larutan limbah batik yang telah terdegradasi memiliki konsentrasi yang lebih rendah dari larutan limbah batikyng belum terdegradasi sehingga larutan yang telah terdegradasi akan mengalami difusi menuju ke larutan yang belum terdegradasi sehingga akan bersatu dan menghasilkan larutan dengan konsentrasi limbah batikyng berkurang. Larutan pada permukaan dekat C-Dots akan terdegradasi kembali dan mengalami difusi lagi sehingga lama kelamaan selurun larutan tersebut terdegradasi oleh radikal hidroksil.

Penurunan kepekatan larutan limbah batik hasil uji fotokatalis diprediksi berpengaruh pada intensitas *black and white (grayscale)* yang dihasilkan. Oleh karena itu telah dilakukan analisis sederhana citra warna hasil uji fotokatalis C-Dots pada larutan limbah batik. Citra digital diambil dengan menggunakan kamera DXLR Eos 1200 D 18 *Mega Pixel*. Kemudian dengan menggunakan *Software wcol475e* dan analisis data citra digital diperoleh hasil intensitas *black and white (grayscale)*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Grafik intensitas black and white larutan limbah batik..

Pada Gambar 3 teramati bahwa penambahan waktu penyinaran matahari menyebabkan peningkatan nilai intensitas *black and white (grayscale)*. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan waktu penyinaran matahari maka zat warna dan komponen organik akan lebih banyak didegradasi selama proses fotokatalisis. Zat warna dan komponen organik yang

didegradasi dalam larutan limbah batik akan mengurangi kerapatan medium, sehingga cahaya yang datang dan dipantulkan pada permukaan larutan limbah batik akan semakin menurun.

Intensitas warna yang semakin tinggi menunjukkan larutan limbah batik yang dihasilkan semakin jernih. Nilai kejernihan ini akan membuat resolusi warna pada larutan limbah batikan berubah menjadi lebih cerah. Penambahan waktu penyinaran pada larutan limbah batik akan membuat citra mempunyai warna gradasi dari bergerak dari hitam menuju kearah putih (terang), yang dibuktikan dengan kenaikan nilai intensitas citranya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu pengujian fotokatalis terhadap larutan uji limbah batik menggunakan material katalis C-Dots minyak jelantah berhasil dilakukan. Larutan limbah batik yang telah dijemur di bawah sinar matahari mengalami degradasi warna dan menghasilkan larutan yang lebih jernih. Hal ini membuktikan bahwa C-Dots minyak jelantah efektif digunakan sebagai material katalis.

Berdasarkan analisis pengolahan citra digital menunjukkan kenaikan nilai intensitas *Black and White* terhadap lamanya penjemuran larutan limbah batik. Hal ini menunjukkan bahwa larutan limbah batik mengalami degradasi warna. Semakin lama waktu penjemuran, semakin jernih larutan yang dihasilkan, dan semakin naik citra intensitas *black and white (grayscale)* yang dihasilkan. Hal ini mengindikasikan bahwa unsur yang terkandung dalam larutan yang telah mengalami fotodegradasi semakin berkurang sehingga partikel yang mampu memantulkan sinar dari kamera semakin sedikit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada pihak Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah menyediakan pembiayaan dan sarana prasarana guna menjalankan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Christian Handy, Edy Suwito, Tomy A. Ferdian, Tjandra Setiadi, Sri Harjati Suhardi. Kemampuan Pengolahan Warna Limbah Tekstil oleh Berbagai Jenis Fungi dalam Suatu Bioreaktor. *Fundamental dan aplikasi teknik kimia 2007*. 2007. Halaman 1.
- [2] Li, H., Kang, Z., Liu, Y. & Shuit-Tong Lee. Carbon nanodots: Synthesis, Properties and Applications. *Journal of Materials Chemistry*, 22: 24230-24253 (2012).
- [3] Baker, S.N. dan Baker, G.A. Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolight. *Angew. Chem. Int.*, 99: 6726-6744 (2010).
- [4] Zhu, C., Junfeng Z., & Shaojun D. Bifunctional Fluorescent Carbon Nanodots: Green Synthesis Milk and Application as Metal-Free Electrocatalysts for Oxygen Reduction. *Chem. Commun.*, 48: 9367-9369 (2012).
- [5] Sahu, S., Birendra, B., Tapas K., Maiti & Mohapatra, S. Simple One-Step Synthesis of Highly Luminescent Carbon Dots from Orange Juice: Application as Excellent Bioimaging Agents. *Chem. Commun.*, 48: 8835-8837 (2012).
- [6] Aji, M.P., Wiguna, P.A., Susanto, Wicaksono R. & Sulhadi. Identification Carbon Dots in Waste Cooking Oil. *Advanced Materials Research Vol. 1123*, pp. 402-405 (2015).
- [7] Aji, M.P., Wiguna, P.A., Susanto, Rosita, N., Suciningtyas, S.A., & Sulhadi. Performance of Photocatalyst based Carbon Nanodots from Waste Frying Oil in Water Purification. *AIP Conf. Proc.* 1725, 020001-1-020001-6 (2016).

- [8] Aji, M. P., Suciningtyas, S. A., Wiguna, P. A., Susanto, Rosita, N., Sulhadi: Carbon nanodots from frying oil as catalyst for photocatalytic degradation of methylene blue assisted solar light irradiation. *Am. J. of Appli. Sci.* **13**, 432-438 (2016).
- [9] Kusumanto, RD. *Pengolahan citra digital untuk mendeteksi obyek Menggunakan pengolahan warna model Normalisasi RGB*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan. 2011.