Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 24, No 1 (2024): Februari, 578-582
DOI: 10.33087/jiubj.v24i1.4958

Pengolahan Air Limbah Batik Jambi Menggunakan Filtrasi dan Fotokatalisis TiO_2 (Titanium Dioksida)

Asih Suzana*, Endi Adriansyah, Peppy Herawati, Marhadi, Tris Silvina, Rifqi Sufra
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari
Program Studi Teknik Kimia, Institusi Teknologi Sumatera, Lampung
*Correspondence: asih.suzana@unbari.id

Abstrak. Proses produksi batik menghasilkan limbah cair terutama dari proses pewarnaan dan penghilangan lilin. Limbah ini jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Penelitian ini mengeksplorasi potensi Eco-fotokatalisis menggunakan TiO_2 (Titanium Dioxide) untuk mengolah air limbah industri batik. Prosesnya melibatkan pemanfaatan sinar ultraviolet (UV) dan katalis untuk meningkatkan degradasi parameter seperti pH, TSS (Total Suspended Solids), dan warna. Menggunakan reaktor yang berisi empat lampu UV 8 watt dan dijaga pengadukannya pada 1100 rpm. Katalis yang digunakan adalah Titanium Dioksida (TiO_2) (3 gram). Prosedurnya mencakup waktu kontak yang bervariasi (60, 120, dan 180 menit) dan jumlah lampu. Hasilnya menunjukkan bahwa Eco-fotokatalisis berbantuan TiO_2 secara efektif mengurangi polutan organik dan anorganik dalam air yang diolah hingga pH, 673, TSS 70 mg/L,Warna 0,99 Pt-Co.

Kata kunci : Limbah Batik, Titanium Dioksida, Eco-Fotokatalis, pH, TSS, Warma

Abstract. *Batik production process generates liquid waste primarily from dyeing and de-waxing processes. This waste, if not managed properly, can pose environmental challenges. This study explores the potential of Eco-photocatalysis using TiO_2 (Titanium Dioxide) for treating wastewater from the batik industry. The process involves utilizing ultraviolet (UV) light and a catalyst to enhance the degradation of parameters such as pH, TSS (Total Suspended Solids), and color. Using a reactor containing four 8-watt UV lamps and maintained agitation at 1100 rpm. The catalyst used is Titanium Dioxide (TiO_2) (3 grams). The procedure encompassed varying contact times (60, 120, and 180 minutes) and lamp quantities. The results demonstrate that TiO_2-assisted Eco-photocatalysis effectively reduces organic and inorganic pollutants in treated water till pH, 6,73, TSS 70 mg/L and color 0,99 Pt-Co.*

Keywords *: Batik Waste, Titanium Dioxide, Eco-Photocatalyst, pH, TSS, Color*

PENDAHULUAN

Batik, teknik produksi tekstil tradisional, memiliki sejarah yang mengakar di Indonesia. Penciptaannya melibatkan waxing, pewarnaan atau pewarnaan yang rumit, dan de-waxing atau penghilangan lilin. Namun produksi tekstil batik menghasilkan limbah cair terutama pada tahap pencelupan dan penghilangan lilin (Adriansyah, et al., 2019) .Sebagian besar industri batik menggunakan pewarna sintetis untuk menghasilkan warna yang cerah dan kontras dengan tetap menjaga harga yang terjangkau. Meskipun demikian, limbah cair yang dihasilkan mempunyai sifat fisik, kimia, dan biologi yang berbeda-beda.

Ditinjau dari sifat fisiknya, air limbah batik mempunyai ciri-ciri berupa bau yang menyengat, berbusa, kekeruhan, dan kepadatan yang tinggi. Secara kimiawi mengandung padatan tersuspensi yang dikenal dengan Total Suspended Solids (TSS), peningkatan kadar Chemical Oxygen Demand (COD), sifat pH basa, lemak, dan komponen lainnya termasuk logam berat lilin (Adriansyah, et al., 2019) . Aspek biologis limbah cair batik menunjukkan adanya sulfida, amonia (NH_3), dan beragam mikroorganisme, baik yang bersifat patogen maupun non-patogen, dengan konsentrasi berkisar antara 105 hingga 108 mg/ml. Kombinasi karakteristik yang rumit ini menggarisbawahi kompleksitas air limbah batik. Selain itu, di wilayah Jambi Kota Seberang, sebagian besar industri batik tidak memiliki fasilitas pengolahan air limbah yang memadai, seperti Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), karena pengoperasiannya yang berskala kecil dan konvensional. Akibatnya, pembuangan air limbah batik yang tidak diolah menimbulkan tantangan lingkungan yang signifikan yang memerlukan perhatian dan penyelesaian segera (Suryandari dkk, 2019).

Menanggapi meningkatnya kekhawatiran mengenai polusi yang disebabkan oleh limbah cair produksi batik, pemerintah

Indonesia telah menetapkan standar kualitas air limbah yang ketat. Hal ini terlihat dalam Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 yang menetapkan batas maksimum bahan pencemar yang boleh dibuang ke lingkungan atau badan air penerima. Parameter seperti laju aliran (Debit), Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), COD, TSS, Total Fenol, Total Kromium, Total Amonia, Sulfida, Gemuk Berminyak, pH, Warna, dan Suhu telah ditentukan untuk memerangi degradasi lingkungan akibat pengelolaan limbah cair batik yang tidak tepat (Martini dkk, 2020).

Metode pengobatan alternatif telah dieksplorasi untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh pH tinggi, TSS, dan tingkat warna yang tidak memenuhi standar ini. Di antara metode-metode ini, Eco-fotokatalisis, yang difasilitasi oleh sinar ultraviolet (UV) dan katalis, muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan. Teknik ini secara efektif dapat memitigasi dampak buruk limbah cair batik dengan mempercepat penurunan parameter pH, TSS, dan warna. Katalis yang digunakan dalam proses Eco-fotokatalisis adalah Titanium Dioksida (TiO_2), yang menunjukkan aktivitas Eco-fotokatalitik yang kuat. Kemampuan TiO_2 dalam mereduksi kandungan organik dan menghilangkan bau membuatnya cocok untuk mengolah air.

Selain itu, sifatnya yang ramah lingkungan dan harganya yang terjangkau berkontribusi terhadap ketersediaannya yang luas di pasar (Agustina dkk, 2016). Jika dilengkapi dengan katalis, tingkat pH, konsentrasi oksidan, dan intensitas cahaya yang sesuai, proses Eco-fotokatalisis dapat secara signifikan menurunkan kadar polutan organik dan anorganik, sehingga menghasilkan senyawa CO_2 dan H_2O. Pendekatan ini menunjukkan efektivitasnya dalam mengatasi tantangan lingkungan dalam pengelolaan limbah cair (Damanhuri, 2014).

METODE

Pengaturan dan Peralatan Eksperimental

Metode Eco-fotokatalisis atau fotokatalisis merupakan pendekatan pengolahan air limbah yang melibatkan kombinasi proses fotofisika dan katalitik. Metode ini menggunakan sinar ultraviolet (UV) dan katalis (semikonduktor) untuk memfasilitasi transformasi kimia. Proses fotokatalitik fotoreduksi dan fotooksidasi terjadi ketika fotokatalis menyerap foton dengan energi yang sama atau lebih besar dari energi celah pita semikonduktor, sehingga menyebabkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Reaktor Eco-fotokatalisis ini dibangun menggunakan kaca yang dilapisi aluminium foil pada permukaan luarnya untuk memantulkan cahaya ke arah sampel air limbah batik. Reaktor desain tertutup berukuran 45 cm x 35 cm x 40 cm dan dilengkapi dengan empat lampu UV 8 watt. Pengaduk magnet yang beroperasi pada 1100 rpm mengagitasi sampel selama perlakuan. Titanium Dioksida (TiO_2) dicampur ke dalam potongan model di dalam reaktor, dan proses fotokatalitik difasilitasi oleh sinar UV. Desain reaktor diadaptasi dari sebelumnya. (Viareco, et al., 2023).

Variabel Eksperimental

Independen dalam penelitian mempengaruhi perubahan atau dapat dimanipulasi untuk mengamati efek tertentu. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel independen meliputi dosis TiO_2 yang ditambahkan pada sampel, dengan dosis tetap sebesar 3 gram per proses eko-fotokatalisis. Variasi waktu kontak terdiri dari 60 menit, 120 menit, dan 180 menit, serta jumlah lampu UV yang digunakan. Unit filtrasi dan Eco-fotokatalisis dirancang menggunakan material kaca setebal 5 mm dengan dimensi 45 cm x 35 cm x 40 cm (panjang x lebar x tinggi). Pelat panas dan gelas kimia g 1000 ml disiapkan untuk Eco-fotokatalisis. Air limbah Batik sebanyak 800 ml dituangkan ke dalam gelas beaker 1000 ml. Kemudian ditambahkan 3 gram fotokatalis TiO_2 ke dalam gelas kimia yang sama. Sampel diaduk menggunakan pengaduk magnet dengan kecepatan 1100 rpm dengan menjaga suhu 175°C. Reaktor disegel selama proses Eco-fotokatalisis untuk tujuan kontrol. Selanjutnya sampel disinari dengan empat buah lampu UV selama 60 menit. Setelah percobaan dilakukan proses sedimentasi untuk memisahkan katalis. Limbah cair batik yang telah diolah kemudian dipindahkan ke dalam botol sampel dan diberi label sesuai variasi waktu kontak sebagai persiapan pengujian laboratorium. Prosedur ini diulangi untuk waktu kontak 120 menit dan 180 menit. Parameter seperti pH, TSS, dan warna diuji pada tiga botol sampel limbah cair batik dengan variasi waktu kontak yang berbeda.

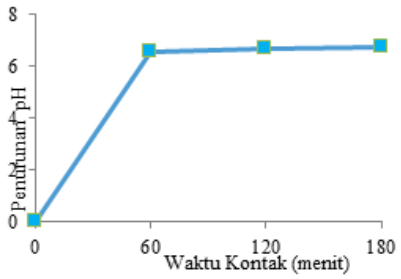
HASIL

Tabel 1
Hasil Pengolahan Air Limbah Batik menggunakan proses Eco-Fotokatalisis dengan katalis TiO_2

No.	Parameter	Satuan	Waktu Kontak (Menit)	Sebelum	Setelah	BML
1.	pH	-	60	6,72	6,60	6-9
		-	120		6,67	
		-	18 0		6,73	
2.	TSS	mg/L	60	340	100,00	30
		mg/L	120		90,00	
		mg/L	180		70,00	
		Pt-Co	60		0,99	
3.	Warna	Pt-Co	120	15,06	0,99	200
		Pt-Co	180		0,99	

Sumber: data olahan

Gambar 1 menunjukkan peningkatan nilai pH secara progresif seiring dengan kemajuan waktu kontak selama proses filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 untuk pengolahan air limbah batik. Nilai pH untuk waktu kontak 60, 120, dan 180 menit masing-masing dicatat sebagai 6,60, 6,67, dan 6,73. Tren peningkatan ini menandakan keberhasilan proses filtrasi dan Eco-Fotokatalisis dalam mengubah karakteristik asam basa air limbah menuju netral.

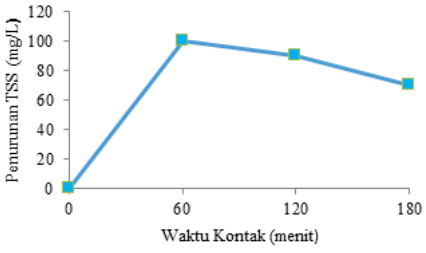


Sumber: data olahan

Gambar 1
Grafik garis pH filtrasi dan eko-fotokatalitik

Pengaruh waktu kontak terhadap perubahan pH dapat dijelaskan sebagai berikut. Selama proses filtrasi dan Eco-Fotokatalisis, katalis semikonduktor TiO_2 menyerap energi foton dengan tingkat energi yang sesuai dengan celah pitanya. Hal ini mengarah pada pembentukan pasangan elektron-lubang, yang berpartisipasi dalam reaksi redoks yang memfasilitasi proses fotoreduksi dan fotooksidasi (Ozturk, et al, 2003) . Waktu kontak yang lebih lama menghasilkan lebih banyak reaksi redoks, sehingga berdampak pada sifat kimia air limbah, termasuk pH. Nilai pH yang dihasilkan dari perlakuan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PerMenLHK Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019) Hal ini sejalan dengan temuan (Kang dkk, 2000) yang menunjukkan bahwa perawatan Filtrasi dan Eco-Fotokatalisis yang berkepanjangan meningkatkan kepatuhan terhadap standar kualitas. Oleh karena itu, perlakuan filtrasi Eco-Fotokatalisis TiO_2 memberikan pengaruh positif terhadap pH air limbah batik, sehingga sejalan dengan tolok ukur kualitas yang telah ditetapkan.

Gambar 2 menjelaskan pengaruh durasi perlakuan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 terhadap parameter Total Suspended Solids (TSS). Total Suspended Solids mengacu pada konsentrasi partikel padatan tersuspensi dalam air dan berfungsi sebagai indikator penting kualitas dan kejernihan air. Nilai TSS yang tercatat untuk waktu kontak yang berbeda selama perlakuan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 menunjukkan tren yang berbeda. Secara khusus, nilai TSS menunjukkan penurunan yang signifikan seiring dengan bertambahnya durasi pengobatan. Misalnya pada waktu kontak 60 menit, nilai TSS teramati sebesar 100 mg/L. Nilai ini turun menjadi 90 mg/L untuk waktu kontak 120 menit dan turun menjadi 70 mg/L untuk waktu kontak 180 menit. Tren ini menggarisbawahi efektivitas pengolahan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 dalam mengurangi partikel padat tersuspensi dalam air limbah batik (Agustina, dkk 2012).

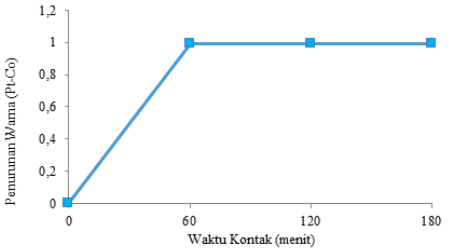


Sumber: data olahan

Gambar 2
Grafik garis TSS filtrasi dan eko-fotokatalitik

Penurunan nilai TSS secara progresif dengan durasi pengobatan yang berkepanjangan dapat dikaitkan dengan proses fotokatalitik bawaan yang difasilitasi oleh pengobatan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis menggunakan TiO_2. Ketika terkena radiasi ultraviolet (UV), katalis semikonduktor TiO_2 menghasilkan pasangan lubang elektron, yang berpartisipasi dalam reaksi redoks. Reaksi-reaksi ini kemungkinan besar melibatkan adsorpsi partikel padat tersuspensi ke permukaan fotokatalis, diikuti dengan degradasi menjadi partikel yang lebih kecil atau bentuk terlarut. Fenomena ini sejalan dengan temuan (Gowda, et al 2018), menyoroti hubungan langsung antara durasi pengolahan yang lebih lama dan peningkatan degradasi berbagai parameter polutan. Nilai TSS awal sebelum perlakuan diukur pada 340 mg/L, yang menunjukkan penurunan signifikan yang dicapai melalui perlakuan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 . Kemanjuran metode pengolahan ini dalam menurunkan konsentrasi TSS menggaris bawahi potensi perannya dalam meningkatkan kualitas air dan kelestarian lingkungan, yang keduanya merupakan bagian integral dari praktik pengolahan air limbah.

Gambar 3 menjelaskan pengolahan air limbah, analisis ini menyelidiki konsekuensi durasi pengolahan selama proses filtrasi dan Eco-Fotokatalisis menggunakan TiO_2 pada parameter Warna. Parameter Warna adalah ukuran penting dari karakteristik visual dan daya tarik estetika air limbah, di mana nilai yang berkurang menandakan air yang lebih presisi dan kurang jernih. Mengamati nilai Warna pada berbagai durasi perlakuan dalam prosedur filtrasi dan Eco-Fotokatalisis menggunakan TiO_2 mengungkap pola yang dapat dilihat. Khususnya, nilai Warna awal sebelum perlakuan diukur pada 15,06 Pt-Co yang menunjukkan penurunan signifikan menjadi 0,99 Pt-Co pada waktu 60 menit, 120 menit dan 180 menit yang dicapai melalui perlakuan filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2. Tren ini menonjolkan efektivitas filtrasi dan Eco-Fotokatalisis yang menggunakan pengolahan TiO_2 dalam mengurangi intensitas warna yang umum pada air limbah batik.



Sumber: data olahan

Gambar 3
Grafik garis warna eko-fotokatalitik

Penurunan progresif dalam parameter Warna seiring dengan bertambahnya durasi pengobatan kemungkinan besar terkait dengan proses fotokatalitik yang mendasari intrinsik filtrasi dan Eco-Fotokatalisis dengan TiO_2 . Setelah terkena radiasi ultraviolet (UV), katalis semikonduktor TiO_2 menghasilkan pasangan lubang elektron, memicu reaksi redoks. Reaksi-reaksi ini kemungkinan besar mencakup adsorpsi senyawa kromofor ke permukaan fotokatalis, yang kemudian mengalami degradasi menjadi unsur-unsur yang lebih kecil atau dapat larut. Fenomena ini (Adriansyah, et al., 2019) menegaskan korelasi langsung antara durasi pengolahan yang berkepanjangan dan peningkatan degradasi berbagai komponen polutan. Secara signifikan, nilai Warna awal sebelum perlakuan diukur pada 15,06 Pt-Co, menunjukkan pengurangan substantif yang diwujudkan melalui filtrasi dan Eco-Fotokatalisis menggunakan perlakuan TiO_2 . Kemanjuran metodologi pengolahan ini dalam membatasi parameter Warna menggaris bawahi potensinya untuk meningkatkan kualitas visual air limbah dan berkontribusi pada aspek praktik pengolahan air limbah yang ramah lingkungan.

SIMPULAN

Filtrasi dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam pengolahan air limbah batik. Peningkatan nilai pH yang teramati, seiring dengan penurunan substansial dalam parameter Total Padatan Tersuspensi (TSS) dan Warna, menggaris bawahi efektivitas pendekatan ini. Kemampuan pengolahan untuk menyesuaikan tingkat pH menuju netral, mengurangi konsentrasi TSS, dan mengurangi intensitas warna menunjukkan potensinya untuk meningkatkan kualitas air limbah. Ketergantungan metode ini pada proses fotokatalitik yang difasilitasi oleh TiO_2 menyoroti sifat ramah lingkungannya. Temuan ini mendukung penerapan pengolahan filtrasi

dan Eco-Fotokatalisis TiO_2 sebagai pilihan yang layak dan berkelanjutan dalam praktik pengolahan air limbah batik, sehingga berkontribusi terhadap perlindungan lingkungan dan pengelolaan limbah industri yang efisien dengan nilai pH, 673, TSS 70 mg/L,Warna 0,99 Pt-Co.

DAFTAR PUSTAKA

Adriansyah, E., Agustina, T. E., & Arita, S. 2019. Leachate Treatment of TPA Talang Gulo, Jambi City by Fenton method and adsorption. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, *4*(1), 20–24.

Adriansyah, E., Kasman, M., Prabasari, I. G., & Permana, E. 2019. Korelasi parameter pencemar fisika dan mikrobiologi dalam leachate dengan response surface methodology. *Jurnal Teknik Kimia*, *25*(3), 86–89.

Suryandari A S, Mustai, A, Pratama, D W & Maula I, 2019, Studi Aktivitas Reaksi Fotokatalisis Berbasis Katalis TiO_2-Karbon Aktif terhadap Mutu Air Limbah *Power Plant JTKL*, 3(2), 95-101

Martini S, Yuliwati E, & Kharismadewi D, 2020. Pembutan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri *Distilasi*, 5(2), 26-33

Agustina T E, Bustomi A & Manaloon J, 2016, Pengaruh Konsentrasi TiO_2 dan Konsentrasi Limbah pada Proses Pengolahan Limbah Pewarna Sintetik Procion Red dengan Metode UV/Fenton/ TiO_2 *Jurnal Teknik Kimia*, 22(1), 65-72

E. Damanhuri, W. Handoko and T. Padmi. 2014. *Municipal Solid Waste Management in Asia and The Pacific Islands*, Springer, Singapore.

Sufra, R., Latifah, L., Susilo, N. A., Adriansyah, E., Wati, L. A., Yulia, A., Syaiful, M., Viareco, H., Marhadi, M., Ghony, M. A., & Herawati, P. 2023. Pemanfaatan Sisa Kulit Kayu sebagai Karbon Aktif dalam Pengolahan Air Lindi Industri Pulp and Paper. *Jurnal Civronlit Unbari*, *8*(1), 17.

Viareco, H., Adriansyah, E., & Sufra, R. 2023. Potential Sequencing Batch Reactor in Leachate Treatment for Organic and Nitrogen Removal Efficiency. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, *15*(2), 143–151

Ozturk, I., Altinbas, M., Koyuncu, I., Arikan, O., Gomec-Yangin, C. 2003. Advanced Physico-Chemical Treatment Experiences on Young Municipal Landfill Leachates. *Journal Waste Managemen*t. 23, 441–446.

Permen LH dan Kehutanan RI Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil

Kang, Y.W. and Hwang, K.Y. 2000. Effects of Reaction Conditions on The Oxidation Efficiency In The Fenton Process. *Water Res. Kidlington*. 34, 2786-2790.

Agustina, T.E. dan Muhammad Amir, 2012. Pengaruh Temperatur dan Waktu Pada Pengolahan Pewarna Sintetis Procion Menggunakan Reagen Fenton, *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 20(1), 36-42.

Gowda, S.T. and Yashaswini, 2018. Optimization of Fenton Process. *International Journal of Advances In science Engineering and Technology, Bengaluru*. 6, 46-48.