

Komposit Karbon Aktif dari Eceng Gondok dengan TiO₂ untuk Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Tekstil Congo Red

A'yunil Hisbiyah¹ dan Ines Komala Siti Hanifah²

¹STIKES Rumah Sakit Anwar Medika

²Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

¹yuihisbi@gmail.com, ²semangat_ines@ymail.com

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 23 November 2018
Disetujui pada 15 Januari 2019
Dipublikasikan pada 20 Februari 2019 Hal. 5-15

Kata Kunci:

Eceng gondok, Karbon aktif, TiO₂, congo red

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v3i3.256>

Abstrak: Telah dilakukan penelitian terhadap pengaruh penambahan TiO₂ sebagai campuran komposit karbon aktif eceng gondok. Penambahan TiO₂ bertujuan untuk meningkatkan kemampuan karbon aktif sekaligus sebagai agen pendegradasi limbah zat warna pada Industri tekstil. Penelitian ini didasarkan atas keberadaan limbah zat warna congo red yang dihasilkan dari Industri tekstil. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi suhu pembuatan karbon aktif serta uji perbandingan kemampuan antara karbon aktif dengan dan tanpa penambahan TiO₂, yang meliputi variasi konsentrasi dan waktu terhadap larutan congo red. Komposit karbon aktif-TiO₂ disintesis dengan menambahkan serbuk karbon aktif ke dalam larutan TiO₂ yang dilanjutkan dengan pengendapan dan pengeringan komposit dalam oven selama 5 jam. Hasil uji Spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa penambahan TiO₂ dalam karbon aktif terbukti memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mendegradasi larutan congo red daripada tanpa penambahan TiO₂ pada karbon aktif.

PENDAHULUAN

Industri dan produk tekstil memberikan efek multiplier dalam kehidupan masyarakat baik dari sisi tenaga kerja, pendapatan maupun terhadap output industri itu sendiri. Perkembangan sektor industri tekstil dan produk tekstil di Indonesia menjadikan industri ini sebagai salah satu industri terpenting dan menjadi ujung tombak dalam meningkatkan perekonomian di Indonesia (Miranti 2007). Seiring dengan perkembangan industri tekstil di Indonesia, produksi limbah cair zat warna tekstil pun semakin meningkat. Kehadiran limbah tersebut memberikan suatu permasalahan yang dominan terhadap lingkungan. Ini disebabkan karena sekitar 10%-15% zat pewarna yang sudah dipakai, tidak dapat digunakan ulang dan harus dibuang (He, Hu, and Li 2004). Salah satu limbah pewarna tekstil adalah zat warna azo.

Zat warna azo adalah senyawa yang paling banyak terdapat dalam limbah tekstil, yaitu sekitar 60%-70% (Maria Christina P., Mu'nisatun S., Rany Saptaji 2007). Limbah zat warna azo merupakan penggambaran dari kelas polutan organik karsinogenik, *non biodegradable* serta dapat menghasilkan amina aromatis yang bersifat toksik (Shah 2014). Keberadaan zat warna tekstil jenis azo di perairan dapat menghalangi cahaya matahari serta penggantian oksigen. Hal tersebut menimbulkan lingkungan keluarg oksigen yang dapat

membunuh organisme perairan sehingga mengganggu rantai makanan (Pratiwi and Lingkungan 2010). Salah satu zat warna azo yang paling banyak ditemukan dalam limbah cair adalah *congo red*. *Congo red* merupakan zat warna sintetis pertama yang digunakan dalam pewarnaan kapas. *Congo red* terdapat dalam limbah tekstil, kertas, percetakan, dan penyamakan kulit dan plastik (Purkait et al. 2007). Dalam metabolisme tubuh, *congo red* diubah menjadi benzidine yang bersifat karsinogen dan dapat menyebabkan respon alergi (Garcia et al. 2009; Tunç, Gürkan, and Duman 2012). Oleh karena itu, pengolahan limbah industri tekstil sebelum sampai ke saluran pembuangan akhir sangat penting baik ditinjau dari segi estetika maupun kesehatan lingkungan.

Beberapa metode alternatif dalam pengolahan limbah zat warna *congo red* baik secara fisika, kimia, dan biologi telah banyak dilakukan untuk mereduksi kandungan zat warna dalam limbah cair industri tekstil (Shah 2014; Sh 2014). Pengolahan limbah zat warna pada awalnya menggunakan metode koagulasi, hasil akhir dari metode pengolahan limbah tersebut berupa lumpur (*sludge*) dalam jumlah yang relatif besar (Shah 2014). Namun metode koagulasi ini menimbulkan masalah baru bagi unit pengolahan limbah, sehingga perlu dilakukan pengembangan metode pengolahan limbah yang lain. Pengolahan limbah cair secara biologi menggunakan mikroorganisme juga banyak diterapkan untuk mereduksi senyawa organik limbah cair industri (Sh 2014; Shah 2014). Namun cara ini kurang efektif bila dilakukan untuk pengolahan limbah skala besar. Hal tersebut disebabkan oleh lamanya proses produksi enzim sebagai agen biodegradasi.

Pengolahan limbah dengan metode penyerapan (adsorpsi) adalah salah satu metode pengolahan limbah yang sederhana dan banyak dipakai untuk limbah organik. Salah satu adsorben yang sering digunakan adalah karbon aktif (Yahya, Al-Qodah, and Ngah 2015; Nasrin Banu and Maheswaran 2014). Karbon aktif digunakan secara luas sebagai adsorben dan katalis karena tingginya kemampuan menyerap disertai pengembangan luas permukaan (Leimkuehler, Suppes, and Supervisor 2010). Pemanfaatan bahan alternatif dari alam yang mudah diperoleh sangat diperlukan untuk menghasilkan karbon aktif yang efisien dengan harga terjangkau. Salah satu bahan alternatif dari alam tersebut adalah eceng gondok. Penelitian Nasrin Banu and Maheswaran (2014) menunjukkan bahwa karbon aktif dari eceng gondok efektif mendegradasi zat warna methylene blue dan Rhodamin B. Namun waktu degradasi zat warna yang diperlukan relatif lama yaitu antara 100-600 menit dengan daya adsorpsi sebesar 85-90%. Untuk memperbaiki kinerja karbon aktif tersebut, maka dapat dikombinasikan dengan material pendegradasi secara fotokatalisis. Serbuk TiO_2 memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi, stabil dan tidak beracun (Augugliaro, 1993). Serbuk TiO_2 mudah didapat dan diproduksi dalam jumlah besar. Penelitian Andriantsiferana, Mohamed, and Delmas (2014) menunjukkan aktifitas degradasi fotokatalitik komposit karbon aktif- TiO_2 terhadap zat warna Tartrazine sebesar 80%.

Pada penelitian ini akan dibuat komposit TiO_2 dengan karbon aktif berbahan dasar eceng gondok untuk mengkombinasikan proses adsorpsi dan fotokatalisis. Dengan cara tersebut diharapkan proses degradasi zat warna *congo red* dapat berlangsung lebih efektif. Disatu sisi karbon aktif bekerja sebagai pendukung fotokatalisis dengan cara menghimpun zat warna *congo red*

menuju TiO₂. Disamping itu, aplikasi TiO₂ secara fotokatalisis dapat menghancurkan zat warna tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap masalah pencemaran lingkungan oleh limbah industri tekstil dan dapat mengembangkan pengetahuan dan teknologi, sehingga dapat diterapkan pada penanganan limbah cair yang mengandung zat warna tekstil dalam industri tekstil dengan penggunaan katalis TiO₂.

METODE

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah eceng gondok, TiO₂, zat warna congo red, H₃PO₄, HCl, (NH₄)HCO₃, aquadest, dan Tetra Etil Orto Silikat (TEOS). Bahan-bahan kimia yang digunakan berderajat *pro analysis* (p.a) yang diproduksi oleh Merck.

Alat-alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis Shimadzu tipe UV-1201, Scanning Electron Microscopy (SEM) EVO® MA 10, Hotplate stirer, Furnace, Reaktor fotokatalitik.

Pembuatan Karbon Aktif dari Eceng Gondok

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Akhmad, Diah, and Hariyati (2007); Sangkota and Said (2017); Tangio (2013), pembuatan karbon aktif ini diawali dengan mencuci eceng gondok dengan akuades, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Bagian yang telah kering digiling sampai menjadi serbuk. Serbuk diarangkan menggunakan furnace dengan variasi 300°C selama 5 jam. karbon yang telah terbentuk kemudian diayak ukuran 60 mesh. Karbon tersebut didemineralisasi menggunakan HCl 10% lalu dinetralkan dengan akuades. Selanjutnya karbon diaktivasi dengan H₃PO₄ 85% selama 48 jam, kemudian dicuci dengan HCl dan aquades serta dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam.

Penentuan Kadar Air Karbon Aktif

Sebanyak 1 gram karbon aktif ditempatkan ke dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya secara konstan, kemudian dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105° C selama 2 jam, selanjutnya karbon aktif dikeringkan dalam eksikator selama 15 menit, kemudian ditimbang massanya.

$$\%air = \frac{m_{awal} - m_{kering}}{massa_{awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Penentuan Kadar Abu

Sebanyak 1 gram karbon aktif deletakkan dalam krus porselin tertutup yang telah diketahui berat konstannya. Karbon aktif diabukan dalam furnace pada suhu 600° C, didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan.

$$\%abu = \frac{m_{abu}}{massa_{awal}} \times 100\% \quad (2)$$

Penentuan Kadar Zat Mudah Menguap

Sebanyak 10 gram karbon aktif dipanaskan dalam tanur pada suhu 900°C selama 15 menit. Kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang.

$$\text{Kadar zat mudah menguap} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan : a = massa karbon aktif awal

b = massa karbon aktif setelah ditanur

Penentuan Kadar Karbon Terikat

Karbon dalam arang merupakan fraksi padat selain abu dan zat-zat yang mudah menguap. Penentuannya dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

Kadar karbon terikat (%) = 100% - (c + d)

Keterangan : c = Kadar abu (%)

d = Kadar zat yang mudah menguap (%)

Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Karbon Aktif-TiO₂

Sebanyak 2 gram TiO₂ dilarutkan dalam 80 ml akuades, kemudian disonikasi selama 30 menit. Sebanyak 1 mL TEOS ditambahkan ke dalam TiO₂. Selanjutnya ditambahkan karbon aktif yang telah ditimbang dengan perbandingan 8:2 lalu diaduk sampai homogen. Selanjutnya disonikasi kembali selama 30 menit. Dilanjutkan dengan dipanaskan di atas hot plate pada suhu 100°C sambil diaduk dengan stirrer sampai airnya bersisa kurang lebih 20 mL sampai 30 mL, kemudian dikalsinasi pada suhu 400°C selama 1 jam dan didinginkan serta digerus dalam lumpang. Komposit karbon aktif-TiO₂ dikarakterisasi morfologinya menggunakan SEM EVO® MA 10.

Pembuatan Kurva Standar Larutan Congo Red

Kurva standar congo red diiperolah larutan standar congo red dengan konsentrasi 0;2;4;5;10;15;20;25 ppm. Larutan standar tersebut selanjutnya diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 500 nm.

Uji Degradasi Fotokatalitik Karbon aktif-TiO₂ terhadap Zat warna Congo red

Kemampuan degradasi fotokatalitik Komposit karbon aktif-TiO₂ dilihat dari konsentrasi optimum dan waktu optimumnya. Tahap pertama yaitu dilakukan studi pengaruh waktu kontak komposit dengan larutan congo red. Selanjutnya dilakukan studi kemampuan degradasi komposit terhadap larutan congo red dengan variasi konsentrasi sebesar 0; 10; 20; 30; 40; 50 ppm.

Penentuan aktifitas degradasi fotokatalitik didasarkan pada absrobansi larutan kerja cogo red yang telah didegradasi. Nilai absorbansi tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam kurva standar congo red untuk mengetahui konsentrasi congo red yang belum terdegradasi. Aktiftas degradasi fotokatalitik dihitung dengan persamaan berikut

$$\% \text{ degradasi} = \frac{[\text{ppm}]_{\text{awal}} - [\text{ppm}]_{\text{akhir}}}{[\text{ppm}]_{\text{awal}}} \times 100\% \quad (3)$$

Pengujian aktivitas dilakukan dengan cara campuran komposit dan larutan kerja congo red diletakkan dalam reaktor fotokatalitik selanjutnya dilakukan sampling tiap 10 menit. Sampel tersebut dianalisis dengan Spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 500 nm. Pada penelitian ini dilakukan studi

pengaruh konsentrasi congo red, dan waktu kontak terhadap aktivitas degradasi fotokatalitik komposit Karbon aktif-TiO₂.

HASIL

Karakterisasi Karbon Aktif dari Eceng Gondok

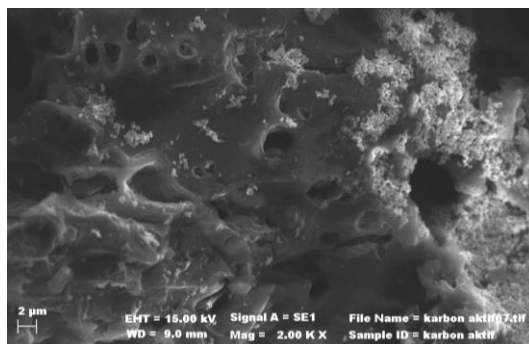
Karakterisasi karbon aktif eceng gondok meliputi analisa organoleptis, penentuan kadar air, kadar abu.

Tabel 1. Kualitas Karbon Aktif Eceng Gondok

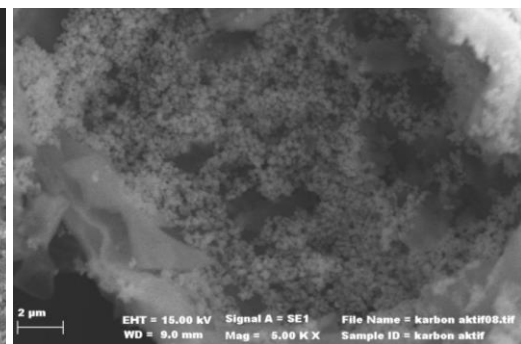
Kadar	Hasil
Warna	Hitam mengkilap
Ukuran (mesh)	80
Bentuk	Serbuk
Kekerasan	Kurang Keras
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	18 %
Air	8,2 %
Abu	2,178 %
Kadar karbon terikat	82,82%
Bagian yang tidak mengarang	0

Morfologi Karbon Aktif dan Komposit Karbon Aktif-TiO₂

Komposit karbon aktif-TiO₂ dikarakterisasi dengan SEM EVO® MA 10 untuk mengetahui distribusi TiO₂ pada permukaan karbon aktif. Hasil karakterisasi komposit karbon aktif-TiO₂ ditunjukkan oleh Gambar 1 dan 2.



Gambar 1a. Mikrograf SEM Komposit Karbon Aktif-TiO₂ 2.000x



Gambar 1b. Mikrograf SEM Komposit Karbon Aktif-TiO₂ 5.000x

Aktifitas Degradasi Fotokatalitik Karbon Aktif dan Komposit Karbon Aktif-TiO₂

Tabel 2. Pengaruh waktu kontak terhadap % degradasi zat warna congo red

Waktu (menit)	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)		% Degradasi	
		Karbon aktif	Karbon aktif-TiO ₂	Karbon aktif	Karbon aktif – TiO ₂

10	25	10.039	8.430	59.84%	66.28%
20	25	9.375	6.213	62.50%	75.15%
30	25	6.430	5.648	74.28%	77.41%
40	25	5.474	4.691	78.10%	81.24%
50	25	5.822	3.300	76.71%	86.80%

Studi pengaruh Konsentrasi Congo red terhadap kemampuan degradasi fotokatalitik digunakan untuk mengetahui konsentrasi larutan congo red maksimum yang dapat didegradasi oleh komposit karbon aktif-TiO₂. Pengamatan dilakukan pada waktu kontak 40 menit.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi congo red terhadap % degradasi

Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)		% Degradasi	
	Karbon aktif	Karbon aktif-TiO ₂	Karbon aktif	Karbon aktif-TiO ₂
10	5.561	0.996	44.39%	90.04%
20	8.604	4.126	56.98%	79.37%
30	13.640	7.256	54.53%	75.81%
40	14.083	11.386	64.79%	71.54%
50	21.778	15.300	56.44%	69.40%

PEMBAHASAN

Karakterisasi Karbon Aktif Eceng Gondok

Karbon aktif eceng gondok pada penelitian ini diperoleh melalui tahap pengarangan dan aktivasi. Pada prosedur awal, pengarangan dilakukan dengan suhu 500°C. Dari tahap ini hasil yang diperoleh bukan dalam bentuk karbon eceng gondok, melainkan abu eceng gondok. Hasil tersebut menunjukkan suhu 500°C terlalu tinggi untuk mengarang eceng gondok. Oleh karena itu, dilakukan optimasi suhu pengarangan pada suhu 200°C, 250°C, dan 300°C. Pengarangan optimum terjadi saat suhu 300°C yang ditandai dengan tingkat kehitaman karbon yang lebih baik. Tahap aktivasi karbon dilakukan menggunakan H₃PO₄ 85%. Aktivasi karbon aktif bertujuan untuk menghilangkan residu yang menutup rongga pori didalam karbon aktif. Hasil dari proses ini akan memperluas permukaan dari karbon aktif (Juliandini dan Trihadiningrum, 2008). Dari tahap ini diperoleh karbon aktif eceng gondok berupa serbuk berwarna hitam.

Karakterisasi karbon aktif yang dilakukan untuk mengetahui kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Standar mutu karbon aktif yang digunakan adalah SII No.0258-79 yang rinciannya terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar Mutu Karbon aktif Menurut SNI No.06-3730-1995

No.	Jenis	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	Maks. 15 %	Maks. 25%
2	Air	Maks. 4,4 %	Maks. 15%
3	Abu	Maks. 2,5%	Maks. 10%
4	Karbon aktif murni	Min. 80%	Min. 45%

5	Bagian yang tidak mengarang	0	0
---	-----------------------------	---	---

Karakterisasi karbon aktif ini meliputi uji organoleptis, kadar air, abu, karbon aktif murni, zat yang mudah menguap, dan bagian yang tidak mengarang. Uji organoleptis yang dilakukan meliputi warna, bentuk, ukuran, dan tingkat kekerasan. Berdasarkan data pada Tabel 1 dan uji organoleptis karbon aktif komersial yang dilakukan oleh (Tangkuman 2009), dapat disimpulkan bahwa karbon aktif secara organoleptis sesuai dengan karbon aktif komersial. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui logam oksida dalam karbon aktif, sedangkan penentuan kadar zat yang mudah menguap bertujuan untuk mengetahui jumlah senyawa yang belum menguap pada saat karbonisasi dan aktivasi. Berdasarkan data pada Tabel 1, kadar air, abu, karbon aktif murni, zat yang mudah menguap, dan bagian yang tidak mengarang sesuai dengan Standar mutu SNI No.06-3730-1995.

Morfologi Komposit Karbon Aktif-TiO₂

Sebelum dilakukan penambahan karbon aktif ke dalam larutan TiO₂, terlebih dahulu dilakukan penambahan TEOS (Tetra Etil Orto Silikat). Hal ini bertujuan agar TiO₂ dapat terikat kuat di permukaan karbon aktif. Hasil yang diperoleh berupa serbuk hitam keabu-abuan. Komposit tersebut dianalisa morfologinya dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk mengetahui morfologi karbon aktif dan distribusi TiO₂ pada permukaan karbon aktif. Karbon aktif berperan mengadsorpsi zat warna sedangkan TiO₂ berperan mendegradasi zat warna secara fotokatalitik. Hasil karakterisasi komposit karbon aktif-TiO₂ ditunjukkan oleh Gambar 1a dan 1b.

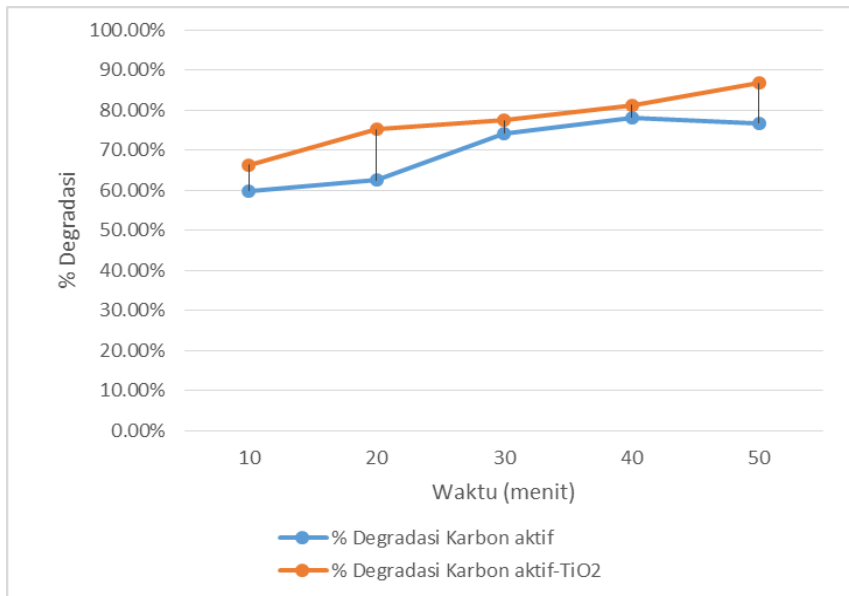
Gambar 1a menunjukkan bahwa komposit karbon aktif-TiO₂ telah terbentuk, TiO₂ terlihat menempel dalam bentuk butiran-butiran pada permukaan karbon aktif yang berpori. Gambar 1a menunjukkan bahwa TiO₂ belum terdistribusi secara merata pada seluruh permukaan karbon aktif, dapat dilihat juga karbon aktif memiliki ukuran pori-pori yang bervariasi. Ukuran pori-pori berkisar lebih dari 2 µm. Ukuran pori-pori menentukan daya adsorpsi karbon aktif, semakin besar ukuran pori-pori maka semakin besar pula daya adsorpsi dan luas perukaannya. Selain itu, jumlah pori-pori juga berpengaruh terhadap daya adsorpsi dan luas permukaan karbon aktif, semakin banyak jumlah pori-porinya maka semakin besar daya adsorpsi dan semakin besar luas perukaannya.

Gambar 1b merupakan mikroskop komposit karbon aktif-TiO₂ dengan perbesaran 5.000 kali, gambar tersebut menunjukkan bahwa TiO₂ terdistribusi secara merata pada bagian dalam pori-pori karbon aktif meskipun berdasarkan gambar 1a TiO₂ belum terdistribusi secara merata di permukaan karbon aktif. Diameter pori-pori yang ditampilkan sekitar 8 µm.

Pengaruh Waktu terhadap Aktifitas Degradasi Fotokatalitik Congo Red dari Komposit Karbon Aktif-TiO₂

Studi pengaruh waktu terhadap Aktifitas degradasi Fotokatalitik congo red ini bertujuan untuk mengetahui waktu optimum material komposit dalam mendegradasi congo red. Dalam studi ini juga dibandingkan waktu optimum dari

karbon aktif eceng gondok dengan komposit karbon aktif-TiO₂. Penentuan waktu optimum degradasi congo red dilakukan dalam variasi waktu 10, 20, 30, 40, dan 50 menit pada larutan congo red 25 ppm. Gambar 2 merupakan kurva dari data Tabel 2.



Gambar 2. Kurva pengaruh waktu kontak terhadap aktivitas degradasi zat warna congo red

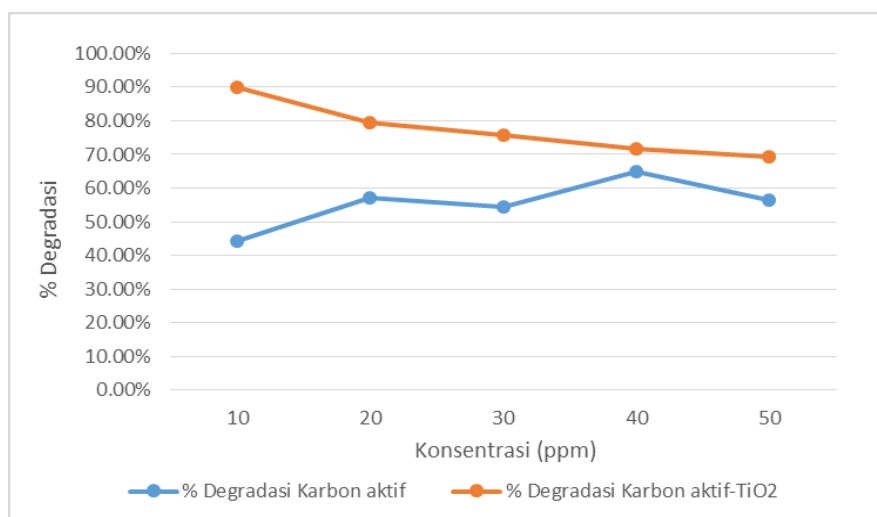
Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Gambar 2, dapat dilihat bahwa pada menit ke 50 terjadi penurunan % degradasi pada karbon aktif eceng gondok dari 78,10% menjadi 76,71%. Prinsip kerja karbon aktif dalam mendegradasi congo red adalah melalui proses adsorpsi. Penurunan % degradasi tersebut menunjukkan bahwa pada menit ke 40 merupakan kapasitas maksimal daya adsorpsi karbon aktif dalam mendegradasi zat warna congo red, karbon aktif dalam posisi jenuh sehingga terjadi pelepasan kembali partikel zat warna congo red dari pori-pori karbon aktif ke larutan kerja congo red. Sedangkan % degradasi milik komposit karbon aktif-TiO₂ terus mengalami kenaikan hingga 86.80% pada menit ke 50. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan material TiO₂ pada karbon aktif mampu meningkatkan kemampuan degradasi congo red melalui mekanisme fotokatalitik.

Studi Pengaruh Konsentrasi Congo Red terhadap Aktivitas Degradasi

Studi pengaruh Konsentrasi Congo red kemampuan degradasi fotokatalitik digunakan untuk mengetahui konsentrasi larutan congo red maksimum yang dapat didegradasi oleh komposit karbon aktif-TiO₂. Pengamatan dilakukan pada waktu kontak 40 menit. Variasi konsentrasi yang digunakan antara 10, 20, 30, 40 hingga 50 ppm. Gambar 3 merupakan kurva dari data pada Tabel 3. karbon aktif eceng gondok masih memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap larutan *congo red* pada konsentrasi 50 ppm. Hal ini ditandai dengan penurunan konsentrasi larutan *congo red* dari 50 menjadi 21,78 ppm. Pada konsentrasi 50 ppm, material komposit masih memiliki kemampuan adsorpsi dan fotodegradasi yang baik. Hal ini ditandai oleh penurunan konsentrasi larutan congo red dari 50 menjadi 15,3 ppm.

Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi larutan congo red berpengaruh terhadap nilai % degradasi. Pada karbon aktif, terjadi kenaikan %

degradasi seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan congo red, sedangkan pada karbon aktif-TiO₂ terjadi penurunan degradasi seiring bertambahnya konsentrasi larutan congo red. Meskipun demikian, rata-rata % degradasi milik karbon aktif-TiO₂ lebih besar daripada % degradasi milik karbon aktif pada seluruh variasi konsentrasi larutan congo red. Hal ini menunjukkan bahwa penempelan TiO₂ pada material karbon aktif mampu meningkatkan kemampuan karbon aktif dalam men degradasi zat warna.



Gambar 3. Kurva pengaruh waktu kontak terhadap aktivitas degradasi zat warna congo red

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari eceng gondok mampu mendegradasi zat warna congo red dengan waktu kontak maksimum sebesar 40 menit dan % degradasi sebesar 78,10%. Aktivitas degradasi fotokatalitik congo red pada komposit Karbon aktif-TiO₂ sebesar 86,80%. % degradasi congo red milik komposit karbon aktif-TiO₂ lebih tinggi daripada % degradasi milik karbon aktif. Hal tersebut membuktikan bahwa pembentukan komposit TiO₂ kedalam karbon aktif mampu meningkatkan aktivitas degradasi terhadap congo red.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhmad, B. Abu, Susanti Diah, and Purwaningsinh Hariyati. 2007. Pengaruh Temperatur Karbonisasi Dan Konsentrasi Zink Klorida(ZnCl₂) Terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Eceng Gondok, 1–10.
- Andriantsiferana, C., E. F. Mohamed, and H. Delmas. 2014. Photocatalytic Degradation of an Azo-Dye on TiO₂/Activated Carbon Composite Material. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 35 (3):355–63.
- Garcia, Juliana Carla, Julliana Isabelle Simionato, Alessandra Eugênio Carli da Silva, Jorge Nozaki, and Nilson Evelázio de Souza. 2009. Solar Photocatalytic Degradation of Real Textile Effluents by Associated Titanium Dioxide and Hydrogen Peroxide. *Solar Energy*, 83 (3):316–22.

- He, Fang, Wenrong Hu, and Yuezhong Li. 2004. Biodegradation Mechanisms and Kinetics of Azo Dye 4BS by a Microbial Consortium. *Chemosphere*, 57 (4):293–301.
- Leimkuehler, Eric Paul, Galen J Suppes, and Thesis Supervisor. 2010. Production, Characterization, and Applications of Activated Carbon. *Article*, no. May:11. <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/8078/research.pdf?sequence=3>.
- Maria Christina P., Mu'nisatun S., Rany Saptajji, Djoko Marjanto. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron. *Jurnal Forum Nuklir BATAN*, 1 (1):31–44.
- Miranti, Ermina. 2007. Mencermati Kinerja Tekstil Indonesia : Antara Potensi Dan Peluang. *Economic Review*, no. 209:1–10.
- Nasrin Banu, Syed Usman, and G. Maheswaran. 2014. Removal of Basic Dyes from Aqueous Solutions by Activated Carbon Derived from *Eichornia Crassipes*: Equilibrium and Kinetic Studies. *Water Quality Research Journal of Canada* 49 (2):163.
- Patel, Vikram, Manik Desai, and Datta Madamwar. 1993. Thermochemical Pretreatment of Water Hyacinth for Improved Biomethanation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 42 (1):67–74.
- Pratiwi, Yuli, and Jurusan Teknik Lingkungan. 2010. Penentuan Tingkat Pencemaran Limbah Industri Tekstil Berdasarkan. *Jurnal Teknologi*, 3 (2):129–37.
- Purkait, M. K., A. Maiti, S. DasGupta, and S. De. 2007. Removal of Congo Red Using Activated Carbon and Its Regeneration. *Journal of Hazardous Materials*, 145 (1–2):287–95.
- Sangkota, Vivi Dia A, and Irwan Said. 2017. Pengaruh Aktivasi Kimia Arang Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Chemical Activation Effect of Water Hyacinth Plant (*Eichornia Crassipes*) Charcoal on Adsorption of Lead (Pb) Metal. 6 (1):48–54.
- Sh, Waleed M. 2014. Biodegradation of Azo Dyes a Review Biodegradation of Azo Dyes a Review, no. October.
- Shah, Kamlesh. 2014. Biodegradation of Azo Dye Compounds. *International Research Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1 (2):5–13.
- Sivaraj, Rajeshwari; R.Venckatesh; Gowri. 2010. Activated Carbon Prepared From *Eichornia Crassipes* As an Adsorbent for the Removal of Dyes From Aqueous. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2 (6):2418–27.
- Tangio, Julhim S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*). *Jurnal Entropi*, VIII:500–506.
- Tangkuman, Herling D. 2009. Dari Batok Kelapa Hibrida Dan Batok Kelapa Dalam. *Chem. Prog.*, 2 (1): 29-32.
- Télez, Trinidad Ruiz, Elsa Martín de Rodrigo López, Gloria Lorenzo Granado, Eva Albano Pérez, Ricardo Morán López, and Juan Manuel Sánchez Guzmán. 2008. The Water Hyacinth, *Eichornia Crassipes*: An Invasive Plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Invasions*, 3 (1):42–53.
- Tunç, Sibel, Tülin Gürkan, and Osman Duman. 2012. On-Line

Spectrophotometric Method for the Determination of Optimum Operation Parameters on the Decolorization of Acid Red 66 and Direct Blue 71 from Aqueous Solution by Fenton Process. *Chemical Engineering Journal*, 181–182:431–42.

Yahya, Mohd Adib, Z. Al-Qodah, and C. W. Zanariah Ngah. 2015. Agricultural Bio-Waste Materials as Potential Sustainable Precursors Used for Activated Carbon Production: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 46. Elsevier:218–35.