

Optimasi pH dan Ukuran Partikel Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Balbisiana Colla*) Terhadap Penyerapan Zat Warna *Methylene Blue*

Ridho Hermawan, Edi Nasra*, Ananda Putra, Sri Benti Etika

Departemen Kimia, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*edinasra@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Methylene blue is one of the textile industry wastes which can cause pollution to aquatic ecosystems. So we need a method to treat wastewater contaminated with dye so that it is safe to dispose of and does not pollute the environment. One of the effective methods for removing dye waste is the adsorption method. The purpose of this study was to determine the optimum absorption conditions and maximum absorption capacity of methylene blue using activated carbon from the peel of a banana (*Musa balbisiana Colla*). In this study, using the Batch method to adsorb methylene blue dye by varying the pH and particle size. The results of this study showed that the absorption capacity at the optimum conditions of pH 6 and a particle size of 250 μm was 5.4096 mg / g and the adsorption efficiency was 86.54%.

Keywords — *Methylene blue, Adsorption, Activated carbon, Batch Method*

I. PENGANTAR

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, namun dampaknya menimbulkan memberikan efek negatif bagi lingkungan sekitar, contoh masalah limbah industri. Jika limbah industri tidak dikelola dengan baik dan dibuang secara bebas maka akan menyebabkan tercemarnya ekosistem perairan. Salah satu limbah industri yang menyebabkan pencemaran ekosistem perairan adalah zat warna berbahaya yang dihasilkan oleh industri tekstil [1].

Limbah industri tekstil yang berakibat pencemaran lingkungan terutama berasal dari proses pencelupan (dyeing). Proses ini menghasilkan sekitar 24% zat warna dan 6% garam yang digunakan untuk pewarnaan yang kemudian masuk ke lingkungan perairan sebagai limbah. Limbah pewarna yang dibuang akan menyebabkan kualitas air menurun sehingga ekosistem lingkungan akan terganggu [2].

Zat warna memiliki struktur kimia yang kompleks, yang membuatnya sangat stabil terhadap cahaya, oksidasi dan sangat sulit terurai. Salah satu zat warna sintesis yang sering dipergunakan oleh industri tekstil adalah zat warna *methylene blue* [1].

Methylene blue merupakan zat warna dasar yang relatif murah dibandingkan dengan pewarna lainnya. *Methylene blue* merupakan senyawa yang dapat larut dalam air, bersifat kationik dan sering digunakan dalam bidang kimia, biologi, ilmu pengobatan dan industri pewarnaan. Pewarna ini tidak terlalu beracun bagi manusia, tetapi dapat menyebabkan iritasi mata, iritasi kulit, efek sistematik termasuk

Perubahan darah. Selain itu paparan senyawa tersebut dalam kadar tertentu dapat menyebabkan muntah, mual, diare, pusing keringat berlebih dan radang pencernaan [3]. Nilai ambang batas untuk konsentrasi *methylene blue* yang diperbolehkan dalam perairan sekitar (5-10) mg/L. Maka diperlukan suatu metode untuk mengolah air limbah yang telah terkontaminasi oleh zat warna tersebut [4].

Beberapa metode telah digunakan oleh peneliti untuk mengolah air limbah yang telah terkontaminasi oleh zat warna, seperti proses oksidasi lanjutan, metode biologis, filtrasi, koagulasi [5], bioremediasi, degradasi elektrokimia, pertukaran kation membran, oksidasi foton, fotokatalisis [6], dan ultrafiltrasi [7]. Namun, metode ini memiliki kelemahan seperti kurang efisien dan mahal dalam proses pengolahannya. Salah satu proses pengolahan limbah zat warna yang saat ini berkembang adalah metode adsorpsi. Metode ini paling banyak digunakan karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, peralatan yang digunakan sederhana dan murah, mudah dikerjakan, dapat didaur ulang, efisien dan ekonomis [8].

Pada penelitian ini, adsorben yang digunakan dalam penyerapan zat warna *Methylene Blue* adalah karbon aktif dari bahan dasar kulit pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*). Kulit pisang ini mengandung sejumlah besar pektin, selulosa, hemiselulosa, lignin, dan oligosakarida sehingga dapat digunakan dalam pembuatan karbon aktif [9]. Selain itu, produksi kulit pisang dari tahun 1980 hingga 2015 menunjukkan peningkatan yang fluktuatif dengan rata-rata

pertumbuhan 4,16% pertahun, dimana jumlah produksi pisang pada tahun 2015 sebanyak 7,3 juta ton. Tingginya produksi pisang maka tinggi pula limbah kulit pisang yang dihasilkan, sehingga limbah kulit pisang perlu dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonominya [10].

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode batch, Dengan tujuan menentukan kondisi optimum penyerapan dan kapasitas maksimum penyerapan *methylene blue* menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) terhadap pengaruh pH dan ukuran partikel adsorben. Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya dimana kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) digunakan sebagai biosorbent dalam penyerapan ion Cu (II), Cd (II) [11], Zink (II), [13] Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+} , dan fenol.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan gelas, kertas saring, pH meter (Hanna Instruments HI 2211/ORP Meter), neraca analitik (ABS 220-4), shaker, FTIR (perkin Elmer universal ATR Sampling Accessorg 735 B), spektrofotometer UV-Vis (Specord 210).

B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon aktif dari bahan dasar kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla), zat warna *methylene blue* 1000 mg/L, aquades, HCl 0,1 M, dan NaOH 0,1 M

C. Prosedur Penelitian

1. Mencari panjang gelombang maksimum penyerapan *methylene blue*

Larutan *methylene blue* 3 mg/L diukur absorbansi pada panjang gelombang 350-800 nm menggunakan Spektroskopi UV-VIS. Panjang gelombang yang memberikan nilai absorbansi paling tinggi merupakan panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum digunakan untuk penentuan absorbansi pada uji selanjutnya.

2. Pengaruh pH larutan

Larutan *methylene blue* 75 mg/L disesuaikan pHnya dari 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 dengan penambahan HCl atau NaOH. Kemudian masing-masing larutan diambil sebanyak 25 ml dan dikontakan dengan karbon aktif 150 μ m sebanyak 0,2 gram dengan cara batch. Kemudian di-shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 30 menit dan disaring diambil filtratnya untuk diukur konsentrasi *methylene blue* yang tidak diserap menggunakan spektrometer UV-Vis, sehingga diperoleh pH optimum.

3. Pengaruh ukuran partikel

Karbon aktif dengan ukuran partikel 150, 180, 250, dan 355 μ m diambil sebanyak 0,2 g. Kemudian dikontakan dengan larutan *methylene blue* sebanyak 25 ml pada kondisi pH dan konsentrasi optimum. Larutan di-shaker dengan kecepatan

150 rpm selama 30 menit dan disaring diambil filtratnya untuk diukur konsentrasi *methylene blue* yang tidak diserap menggunakan spektrometer UV-Vis, sehingga diperoleh ukuran partikel optimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Karbon Aktif

1. Uji Karakteristik Karbon Aktif

Karbon aktif yang digunakan dalam penyerapan zat warna *methylene blue* diambil dari penelitian sebelumnya dengan hasil pengujian kadar air, kadar abu dan daya serap iod dapat dilihat pada Tabel 1.

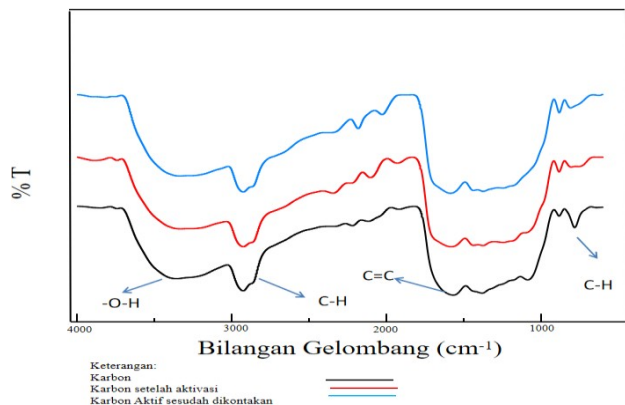
TABEL I
UJI KARAKTERISTIK KARBON AKTIF

Uji Karakteristik	Karbon	Karbon aktif	SNI
Kadar air (%)	4.8313	4.4343	Maks. 15
Kadar abu (%)	20.5794	8.1451	Maks. 10
Daya serap iod (mg/g)	728.5141	805.87	Min. 750

Didapatkan nilai kadar air dan abu pada karbon aktif sebesar 4,4343 % dan 8,1451%. Nilai kadar air dan abu tersebut lebih rendah dibandingkan kadar air dan abu pada karbon yang belum diaktivasi dan telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI- 06-37301995 dengan nilai kadar air dan abu tidak lebih dari 15 dan 10 %. Sedangkan nilai daya serap iod pada karbon aktif sebesar 805,87 mg/g lebih besar dibandingkan dengan daya serap iod pada karbon yang belum diaktivasi. Daya serap iod pada karbon aktif tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI-06-37301995 dengan nilai daya serap iod tidak boleh lebih kecil dari 750 mg/g. Semakin kecil kadar air dan abu dengan daya serap iod semakin besar maka kualitas karbon aktif semakin bagus.

2. Karakteristik FTIR

Spektra FTIR sangat membantu untuk mengetahui struktur kimia dan kelompok fungsional karbon, karbon aktif, dan karbon aktif sesudah di adsorpsi dengan *methylene blue*. Spektrum IR menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi pada panjang gelombang tertentu dengan terbentuknya puncak-puncak gelombang. Spektrum FTIR pada karbon, karbon aktif, dan karbon aktif sesudah dikontakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektre FTIR karbon, karbon Aktif, dan karbon sesudah dikontak dengan *methylene blue*

Gugus fungsi -OH berada pada bilangan gelombang 3362 cm^{-1} , 3339 cm^{-1} , dan 3342 cm^{-1} . Puncak C-H stretching berada pada bilangan gelombang 2927 cm^{-1} , 2928 cm^{-1} , dan 2927 cm^{-1} . Puncak C-O berada pada bilangan gelombang 1300-900 cm^{-1} , bilangan gelombang 1570-1320 cm^{-1} mengidentifikasi adanya gugus C=C aromatik dari lignin dan pada bilangan gelombang 810-770 cm^{-1} mengidentifikasi adanya C-H dari hemiselulosa [12].

B. Perlakuan penelitian dengan sistem batch

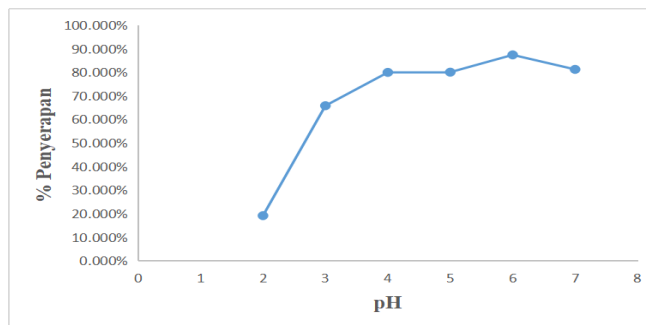
1. Penentuan panjang gelombang maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mengetahui daerah serapan terbesar dari konsentrasi larutan standar. Pengukuran ini dilakukan pada panjang gelombang maksimum sehingga sensitivitas juga akan maksimum dan diharapkan perubahan adsorpsi sampel persatuan konsentrasi adalah yang terbesar. Selain itu, pita adsorpsi disekitar panjang gelombang rata, sehingga kepekaan analisis menjadi lebih baik dan pengaturan ulang panjang gelombang akan menghasilkan kesalahan analisis yang kecil [1].

Penentuan panjang gelombang maksimum ini dilakukan pada konsentrasi 3 mg/L dengan pengukuran pada panjang gelombang 350-800 nm, sehingga didapatkan panjang gelombang maksimum sebesar 665 nm dengan adsorbansi sebesar 0,1784A.

2. Pengaruh pH larutan

Penentuan pH optimum ini diperlukan untuk mengetahui daya adsorpsi karbon aktif yang baik, sehingga karbon aktif dapat digunakan dengan baik pada lingkungan. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan NaOH atau HCl sehingga diperoleh variasi pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 pada konsentrasi 75 mg/L. Pengontakan karbon aktif dengan *methylene blue* dilakukan pada massa karbon aktif sebesar 0,2 g, dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 30 menit. Grafik hubungan kapasitas penyerapan dan persentase penyerapan *methylene blue* dengan pH larutan dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



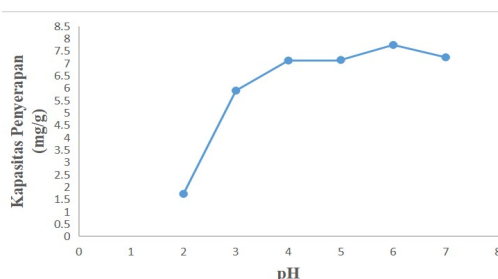
Gambar 2. Grafik pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan *methylene blue* menggunakan karbon aktif (0,2 gram karbon aktif, 25 mL larutan zat warna *methylene blue* 75 mg/ L, 150 μm ukuran partikel karbon aktif, 150 rpm selama 30 menit).

Kapasitas penyerapan yang paling tinggi terjadi pada pH 6 sebesar 7,74 mg/g dengan persentase penyerapan 87,37%, Sedangkan pada kondisi pH 2 kapasitas penyerapan 1.71 mg/g dengan persentase penyerapan sebesar 19,144%. Pada pH 7 terjadi penurunan kapasitas penyerapan sebesar 7,24 mg/g dengan persentase penyerapan sebesar 81,21%.

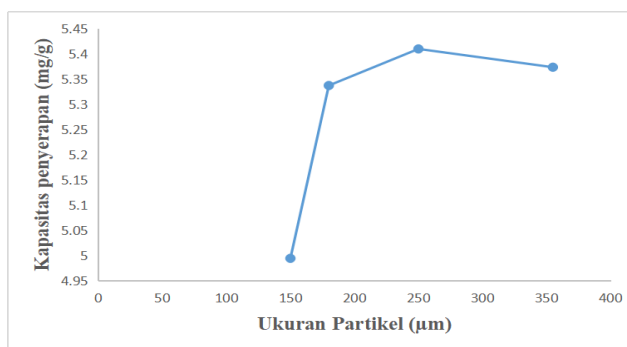
Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada kondisi pH 2 proses penyerapan ion *methylene blue* rendah. Disebabkan terjadi persaingan antara ion *methylene blue* dengan ion H^+ untuk berikatan dengan permukaan karbon aktif. Pada pH netral atau cenderung basa efisiensi akan menurun. Ini disebabkan karena pada pH netral larutan mengalami keadaan setimbang sehingga menyebabkan kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi larutan menurun [13]. Sedangkan pada kondisi pH 6 proses penyerapan lebih optimal, karena permukaan karbon aktif lebih banyak mengikat ion *methylene blue* dibandingkan dengan ion H^+ [14].

3. Pengaruh ukuran partikel adsorben

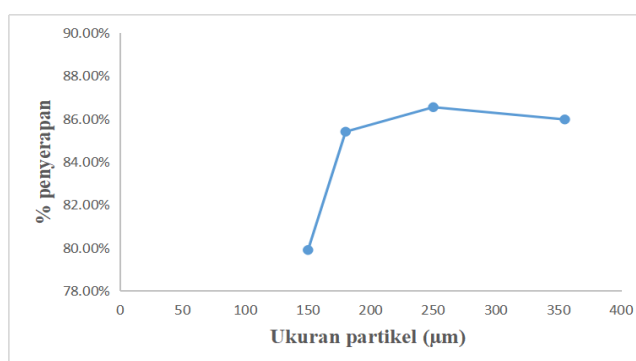
Pada penentuan ukuran partikel optimum karbon aktif yang digunakan memiliki variasi ukuran partikel dari 150, 180, 250 dan 355 μm pada kondisi pH 6, konsentrasi 50 mg/L kecepatan pengadukan 150 rpm selama 30 menit. Grafik hubungan ukuran partikel dengan kapasitas penyerapan dan persentase penyerapan *methylene blue* dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 3. Grafik pengaruh pH terhadap persentase penyerapan *methylene blue* menggunakan karbon aktif (0,2 gram karbon aktif, 25 mL larutan zat warna *methylene blue* 75 mg/ L, 150 μm ukuran partikel karbon aktif, 150 rpm selama 30 menit).



Gambar 4. Grafik hubungan ukuran partikel dengan kapasitas penyerapan *methylene blue* menggunakan karbon aktif (0,2 gram karbon aktif, 25 mL larutan zat warna *methylene blue* 50 mg/L, 150 rpm selama 30 menit).



Gambar 5. Grafik hubungan ukuran partikel dengan persentase penyerapan *methylene blue* menggunakan karbon aktif (0,2 gram karbon aktif, 25 mL larutan zat warna *methylene blue* 50 mg/L, 150 rpm selama 30 menit).

Kapasitas penyerapan terbesar terjadi pada ukuran partikel 250 µm sebesar 5,4096 mg/g dengan persentase penyerapan 86,54%. Kapasitas penyerapan terkecil terdapat pada ukuran 150 µm sebesar 4,994 mg/g dengan persentase penyerapan 76,96%. Sedangkan pada ukuran partikel 355 µm terjadi penurunan kapasitas penyerapan sebesar 5,373 mg/g dengan persentase penyerapan 85,97%.

Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat kecenderungan terjadi peningkatan daya serap dari ukuran partikel yang lebih kecil ke ukuran partikel yang lebih besar. Pada ukuran partikel kecil berarti jumlah partikel sedikit maka luas permukaan penyerapan kecil sedangkan makin besar maka luas permukaan penyerapan juga semakin besar sehingga kemampuan daya serap juga makin besar. Namun sampai ukuran partikel 250 µm daya serap karbon aktif maksimum kemudian mengalami penurunan daya serap dapat dikatakan ukuran yang efektif pada karbon aktif dalam menyerap zat warna *methylene blue* adalah 250 µm [15].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Karbon aktif mempunyai gugus fungsi -OH pada panjang gelombang 3339 cm^{-1} , C-H 2928 cm^{-1} , C=C berada pada bilangan gelombang $1570\text{--}1320\text{ cm}^{-1}$, dan

C-H hemiselulosa pada panjang gelombang $810\text{--}770\text{ cm}^{-1}$.

- 2) Karbon aktif dari bahan dasar kulit pisang kepok dapat menyerap zat warna *methylene blue* dengan kondisi optimum pada pH 6 dan ukuran partikel karbon aktif 250 µm dengan kapasitas penyerapan 5,4096 mg/g dan persentase penyerapan 86,54%.

REFERENSI

- [1] T. Huda and T. K. Yulitaningtyas, "Kajian Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Selulosa dari Alang-Alang," *IJCA (Indonesian J. Chem. Anal.*, vol. 1, no. 01, pp. 9–19, 2018.
- [2] C. Djilani *et al.*, "Adsorption of dyes on activated carbon prepared from apricot stones and commercial activated carbon," *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 53, pp. 112–121, 2015.
- [3] D. Fitriani, D. Oktiarni, and Lusiana, "Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue," *J. Gradien*, vol. 11, no. 2, pp. 1091–1095, 2015.
- [4] Y. D. Lestari, S. Wardhani, and M. M. Khunur, "Degradasi Methylene Blue Menggunakan Fotokatalis $\text{TiO}_2\text{-N}/\text{Zeolit}$ dengan Sinar Matahari," *Kimia.Studentjournal*, vol. 1, no. 1, pp. 592–598, 2015.
- [5] A. Stavrinou, C. A. Aggelopoulos, and C. D. Tsakiroglou, "Exploring the adsorption mechanisms of cationic and anionic dyes onto agricultural waste peels of banana, cucumber and potato: Adsorption kinetics and equilibrium isotherms as a tool," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 6, no. 6, pp. 6958–6970, 2018.
- [6] A. H. Jawad, R. A. Rashid, M. A. M. Ishak, and K. Ismail, "Adsorptive removal of methylene blue by chemically treated cellulose waste banana (*Musa sapientum*) peels," *J. Taibah Univ. Sci.*, vol. 12, no. 6, pp. 809–819, 2018.
- [7] Ma, J., Huang, D., Zou, J., Li, L., Kong, Y., & Komarneni, S., "Adsorption of Methylene Blue and Orange II Pollutants on Activated Carbon Prepared From Banana Peel," *Journal of Porous Materials.*, vol 22, no 2, pp. 301-311, 2015
- [8] R. Zein, P. Ramadhani, H. Aziz, and R. Suhaili, "Biosorben cangkang pensi (*Corbicula moltkiana*) sebagai penyerap zat warna metanil yellow ditinjau dari pH dan model kesetimbangan adsorpsi," *J. Litbang Ind.*, vol. 9, no. 1, p. 15, 2019.
- [9] Ketut. I. Muksin. and Luh Arpiwi Ni, "Bioetanol dari Kulit Pisang (*Musa paradisiaca* L) dengan Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak," *jurnal metamorfosa.*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [10] F. Jubilate, Zaharah. T. A. & I Syahbanu, "Pengaruh Aktivasi Arang dari Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (II) pada Air Tanah," *Jurnal Kimia Khatulistiwa.*, vol. 5, no. 4, 2016
- [11] E. Nasra, D. Kurniawati, and Bahrizal, "Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (*Musa paradisiaca*) Shell as Low-Cost Biosorbent," *Int. Conf. Chem. Eng. Agroindustry*, pp. 33–36, 2017.
- [12] P. D. Pathak and S. A. Mandavgane, "Preparation and characterization of raw and carbon from banana peel by microwave activation: Application in citric acid adsorption," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 3, no. 4, pp. 2435–2447, 2015.
- [13] Y. Lu and S. Li, "Preparation of Hierarchically Interconnected Porous Banana Peel Activated Carbon for Methylene Blue Adsorption," *J. Wuhan Univ. Technol. Mater. Sci. Ed.*, vol. 34, no. 2, pp. 472–480, 2019.
- [14] N. Nurhasni, F. Firdiyono, and Q. Sya'ban, "Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon aktif," *J. Kim. Val.*, vol. 2, no. 4, 2012.
- [15] Ma, J., Huang, D., Zou, J., Li, L., Kong, Y., & Komarneni, S., "Adsorption of Methylene Blue and Orange II Pollutants on Activated Carbon Prepared From Banana Peel," *Journal of Porous Materials.*, vol 22, no 2, pp. 301-311, 2015