

DOI: doi.org/10.21009/0305020201

PEMANFAATAN ARANG DARI BATANG POHON DENGAN PEREKAT PVAC UNTUK DEGRADASI LIMBAH *METHYLENE BLUE*

Adelina Ryan Candra Dewi^{*)}, Masturi, Ian Yulianti, Agus Ulin Nuha

Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang, Jl. Bendan Ngisor Sampangan, Kota Semarang 50233

Email: ^{*)}adelinaryancandradewi@gmail.com

Abstrak

Limbah zat warna dalam dunia industri diantaranya berasal zat warna tekstil, plastik, dan batik. Hasil limbah akibat zat warna tersebut dapat menyebabkan keracunan yang sangat berbahaya bagi tubuh. Limbah *methylene blue* menjadi salah satu hasil limbah zat warna tekstil. Arang dari sampah batang pohon menggunakan perekat PVAc berhasil dibuat menjadi karbon yang mampu mengabsorpsi limbah zat warna *methylene blue*. Pembuatan karbon dengan perekat PVAc menjadi hal baru yang sederhana untuk menyerap limbah zat warna serta mudah dilakukan oleh masyarakat umum tanpa menggunakan peralatan laboratorium. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengaruh variasi waktu perendaman dan massa arang terhadap absorpsi & transmitansi dari degradasi limbah *methylene blue* dengan konsentrasi 67 ppm. Degradasi limbah *methylene blue* dihasilkan dengan memberikan variabel bebas jumlah massa arang batang pohon sebanyak 3g, 6g, 9g, 12g, 15g dan 18 g dan variabel waktu perendaman selama 12 jam dan 36 jam. Degradasi *methylene blue* sebelum dan setelah perendaman diukur menggunakan *spectrometer* UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu perendaman dan jumlah karbon mempengaruhi absorpsi dan transmitansi dari limbah *methylene blue*. Semakin banyak jumlah massa arang dan lama waktu perendaman arang, memberikan plot grafik absorpsi turun dan plot grafik transmitansi naik mendekati degradasi sempurna.

Kata-kata kunci: Karbon, PVAc, Limbah *methylene blue*, absorpsi, transmitansi.

Abstract

The dye is widely used in the industry which came dye textiles, plastics, and batik. Results of waste as a result of the dye can cause poisoning which is very dangerous. Waste methylene blue into one of the results of waste textile color. Charcoal from waste tree trunks using adhesives PVAC successfully made into a carbon that is able to absorb the waste dye methylene blue. Making carbon with PVAC adhesive into new things that are simple to absorb waste dye and easy to do by the general public without the use of laboratory equipment. The purpose of this study was to determine the effect of variation of immersion time and the mass of charcoal to the transmittance and absorption of waste degradation methylene blue 67 ppm. Degradation of methylene blue waste generated by providing independent variable mass quantities of charcoal trunk as much as 3g, 6g, 9g, 12g, 15g and 18g and variable time soaking for 12 hours and 36 hours. The concentration of methylene blue before and after irradiation was measured using a UV-Vis spectrometer. The results showed that the soaking time and the amount of carbon affect the absorbance and transmittance of methylene blue waste. The more the sheer number of masses of charcoal and charcoal long soaking time, giving the plot a graph of absorbance down and plot a graph of transmittance rose nearly perfect degradation.

Keywords: Carbon, PVAC, Waste methylene blue, absorbance, transmittation

1. Pendahuluan

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan industri tekstil di Indonesia sendiri terhitung mencapai 2900 pabrik tekstil pada tahun 2016 [1]. Semakin berkembangnya industri tekstil selain berdampak positif

juga berdampak negatif bagi kehidupan masyarakat. Sisi positif dari perkembangan industri tekstil salah satunya akan memajukan negara kita karena devisa negara akan bertambah. Namun dari sisi negatifnya berdampak bagi masalah lingkungan khususnya limbah cair yang dihasilkan oleh industri tekstil tersebut.

Limbah cair yang dihasilkan industri tekstil mengandung beberapa logam berat. Logam berat salah satunya bergantung pada pewarna tekstil yang digunakan. Kadar zat warna yang digunakan dalam industri tekstil sekitar (20-30) mg/L yang menyebabkan gangguan pada ekosistem air karena zat warna sukar terurai [2]. Selain itu masuknya zat warna dari limbah ke perairan mengakibatkan karakter fisika dan kimia dari sumber daya air berubah [3].

Penggunaan zat warna tekstil menjadi salah satu penyebab limbah cair yang dihasilkan dari industri tekstil. Zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil yaitu *methylene blue*. *Methylene blue* bersifat toksik dan karsinogenik. *Methylene blue* dapat menyebabkan iritasi pada kulit bila tersentuh oleh kulit, iritasi pada saluran pencernaan bila tertelan, dan menimbulkan sianosis bila terhirup [4]. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup yaitu Kep-51/MENLH/110/1995 tentang baku mutu limbah cair, batas ambang aman konsentrasi *methylene blue* yang diperbolehkan dalam lingkungan perairan sekitar (5-10) mg/L. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan pemecahan secara tepat dalam pengolahan limbah tekstil agar tidak berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat.

Beberapa hasil penelitian telah memberikan solusi dalam pengolahan limbah zat warna tekstil agar limbah menjadi aman bagi lingkungan. Umumnya solusi dari pengolahan limbah tekstil tersebut yaitu dengan menggunakan fotokatalis suatu senyawa berbantuan sinar matahari atau dengan menggunakan karbon aktif sebagai adsorben yang pembuatannya memerlukan prosedur panjang. Penanganan limbah tekstil tersebut terhitung mahal dan membutuhkan suatu proses yang rumit. Hal tersebut mengakibatkan banyak dari industri tekstil yang langsung membuang limbah tanpa adanya pengolahan secara baik karena proses pengolahan limbah yang cukup rumit. Terlebih untuk industri tekstil yang masih dalam kategori *home industry* yang jarang mengolah limbah dan langsung membunganya ke sungai.

Salah satu cara untuk mengatasi limbah cair zat warna adalah dengan menggunakan adsorben. Analisis adsorbansi untuk mengatasi limbah cair tekstil jarang digunakan. Umumnya analisis adsorpsi yang banyak digunakan salah satunya adsorben limbah cair industri tekstil menggunakan ampas teh [3]. Adsorben dapat dikembangkan dengan bahan baku arang. Arang merupakan salah satu adsorben yang berpotensi dikembangkan di Indonesia.

Arang merupakan residu yang berbentuk padat dari hasil proses pembakaran dalam timbunan, tanur dan retort tanpa atau dengan udara terbatas [5]. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil arang terbesar di dunia. Pada tahun 2000, Indonesia mampu mengekspor arang sebanyak 29.867.000 (kemenkehu). Sehingga harga arang secara lokal sangat murah dipasarkan. Namun umumnya masyarakat hanya mengetahui manfaat arang sebagai energi biomassa yang berperan

dalam kehidupan rumah tangga, usaha kecil dan industri.

Pemanfaatan arang sebagai adsorben masih sedikit diketahui oleh masyarakat umum secara luas. Jenis arang yang sering digunakan sebagai adsorben yaitu arang aktif atau karbon aktif. Pembuatan arang aktif yang kompleks menjadi salah satu kendala yang dihadapi oleh masyarakat karena proses pembuatan yang tergolong rumit dan membutuhkan biaya mahal. Sehingga diperlukan suatu inovasi untuk memanfaatkan arang secara sederhana dan mudah menjadi adsorben yang dapat dikenalkan dan dilakukan oleh masyarakat secara luas.

Dalam penelitian ini akan memanfaatkan arang berbahan dasar batang pohon yang telah dihancurkan secara sederhana dengan memberikan campuran PVAc yang mampu berfungsi sebagai adsorben limbah zat warna tekstil. PVAc (*Polyvinyl Acetate*) merupakan salah satu polimer berfungsi sebagai pengikat (*binder*). PVAc berfungsi untuk mengikat butiran halus arang agar tidak larut dalam limbah cair. Kelarutan arang dalam limbah berpotensi menambah polutan, sehingga PVAc berperan memperbesar gaya kerekatan dengan arang untuk menambah kekuatan bahan target, khususnya dalam sifat mekanis. PVAc sebagai polimer yang mempunyai kerekatan yang sangat kuat yang memiliki sifat tidak berbau, tidak mudah terbakar dan lebih cepat solid [6,7].

Pencampuran butiran halus arang batang pohon yang dicampur dengan PVAc sebagai metode sederhana baru yang dapat dikenalkan oleh masyarakat untuk mengabsorpsi limbah zat warna tekstil salah satunya zat warna *methylene blue*. Dan menunjukkan kepada masyarakat tentang manfaat baru dari arang untuk penanganan limbah zat warna tekstil secara mudah dan lebih ekonomis.

2. Metode Penelitian

Penyiapan Bahan

Bahan yang akan digunakan untuk mengabsorpsi limbah zat warna diantaranya, arang dari batang pohon, PVAc (*Polynil Acetat*) secara komersial lem kayu.

Proses Penghalusan Arang Batang Pohon

Arang batang pohon ditumbuk secara halus menggunakan penumbuk sampai dihasilkan arang yang benar-benar halus. Kemudian arang disaring menggunakan penyaring. Hasil arang yang digunakan mempunyai ukuran relatif kecil sehingga luas permukaan arang semakin besar.

Proses pencampuran bahan

Pencampuran menggunakan metode sederhana (*simple mixing*). PVAc yang telah ditimbang dicampurkan dengan hasil saringan arang batang pohon, hingga membentuk adonan campuran yang bertekstur lembut. Hasil campuran PVAc dan arang dibentuk menjadi butiran-butiran kecil yang mempunyai ukuran

massa 1 g. Butiran-butiran arang tersebut dijemur dengan bantuan sinar matahari hingga kering dan terasa ringan.

Proses Degradasi *Methylene blue*

Butiran-butiran hasil cetakan dari pencampuran arang halus dan PVAc yang sudah kering, dimasukkan ke dalam limbah cair *methylene blue* dengan konsentrasi 67 ppm 200 ml. Variasi massa butiran arang yang digunakan sebanyak 3g, 6g, 9g, 12g, 15g dan 18g. Kemudian butiran arang tersebut masing-masing dimasukkan ke dalam limbah cair *methylene blue* 67 ppm 200ml. Variasi waktu perendaman butiran arang selama 12 jam dan 36 jam untuk setiap perlakuan variasi massa.

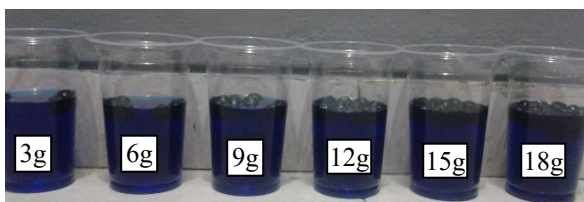
Pengujian dan Karakteristik Degradasi *Methylene Blue*

Pengujian dan karakteristik degradasi limbah cair *methylene blue* menggunakan spektrometer UV-Vis (*Ocean Optics type usb 4000*). Hasil pengujian limbah cair yang telah terdegradasi bertujuan untuk mengetahui sifat fisis limbah berupa absorbansi dan transmitansinya.

3. Hasil dan Pembahasan

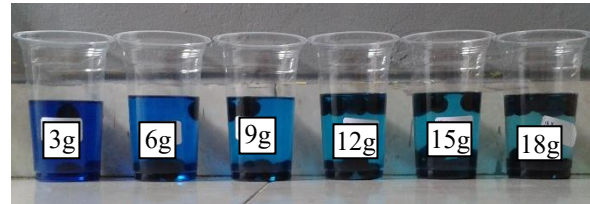
Degradasi limbah zat warna *methylene blue* menggunakan bahan dasar arang batang pohon yang dicampur dengan PVAc telah berhasil dilakukan. Pemberian PVAc sebagai campuran dengan arang berfungsi sebagai pengikat agar arang menjadi kuat & tidak memudar di dalam limbah. Kekuatan tekstur arang disebabkan banyaknya jumlah perekat. Semakin banyak perekat, membuat ikatan antar material semakin kuat.

Degradasi limbah zat warna *methylene blue* dilakukan dengan memvariasikan massa dari pencampuran antara arang batang pohon yang sudah halus dengan PVAc yang dibuat menjadi butiran. Variasi massa butiran arang yang dimasukkan ke dalam cairan *methylene blue* konsentrasi 67 ppm 200 ml sebanyak 3g, 6g, 9g, 12g, 15g dan 18g terlihat pada Gambar 1. Variasi massa dilakukan untuk mengetahui jumlah massa optimum yang dipergunakan untuk degradasi limbah. Selanjutnya dilakukan pula variasi waktu perendaman butiran arang yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman terhadap kondisi limbah *methylene blue*.



Gambar 1. Kondisi Awal Limbah *Methylene Blue* dengan pemberian variasi massa campuran arang dan PVAc

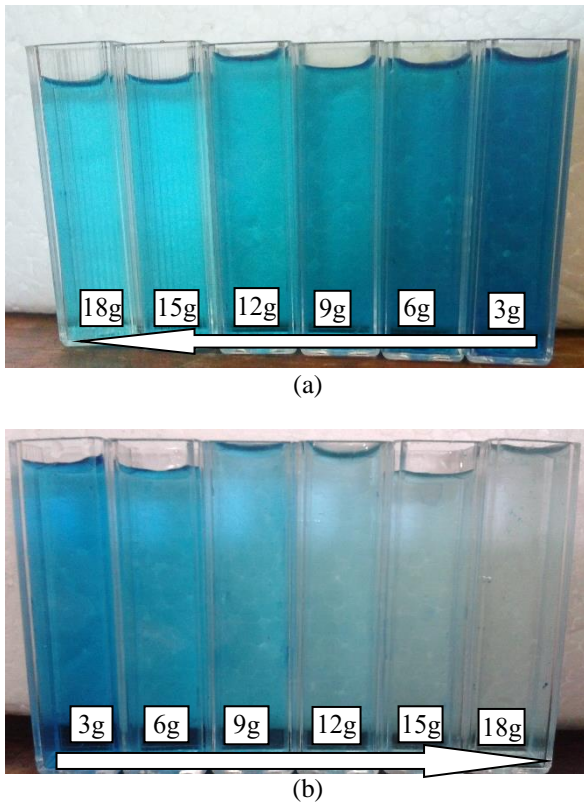
Hasil dari proses perendaman arang dengan variasi massa ditunjukkan dengan Gambar 2. Akibat dari semakin banyaknya penambahan massa arang yang direndam, menghasilkan perubahan zat warna limbah ke arah lebih jernih. Hal tersebut menunjukkan adanya keberhasilan degradasi dari limbah *methylene blue* dari warna yang pekat menuju ke jernih seperti air. Keberhasilan dari degradasi *methylene blue* dapat dilihat dari perubahan warna yang menunjukkan perubahan secara signifikan [8]



Gambar 2. Hasil degradasi zat warna *methylene blue*

Penurunan kadar zat warna *methylene blue* dikarenakan adanya reaksi aktif dari arang yang mempunyai pori-pori untuk mengikat zat warna *methylene blue*. Semakin banyak arang yang diberikan pada limbah zat warna *methylene blue*, memberikan reaksi lebih aktif karena pori-pori arang yang menyerap polutan *methylene blue* semakin banyak. Adanya penyerapan dari pori-pori arang terhadap polutan *methylene blue*, mengakibatkan pemutusan ikatan kimia *methylene blue* secara terus menerus yang mampu memudahkan warna *methylene blue* menjadi jernih. Hal tersebut sesuai dengan [9] Heru Susanto yang menjelaskan bahwa proses pemutusan ikatan-ikatan kimia pada *methylene blue* yang terjadi terus menerus menyebabkan pewarna *methylene blue* pudar dan menjadi jernih.

Proses perendaman arang yang telah dicampur perekat PVAc dilakukan dengan variasi waktu selama 12 jam dan 36 jam. Hasil dari proses perendaman dengan variasi waktu tersebut ditunjukkan dengan Gambar 3. Semakin lama waktu perendaman arang, menunjukkan degradasi zat warna *methylene blue* semakin jernih. Warna *methylene blue* memudar seiring dengan meningkatnya waktu kontak. Hal tersebut sejalan dengan penelitian [10], semakin lama proses interaksi antara limbah *methylene blue* dengan perilaku yang diberikan, menghasilkan degradasi cenderung mendekati jernih. Tercatat bahwa nilai penyerapan zat warna menjadi lebih optimal dengan waktu interaksi antara limbah dan perilaku yang diberikan, sehingga memberikan penghilangan warna dari limbah zat warna [11].

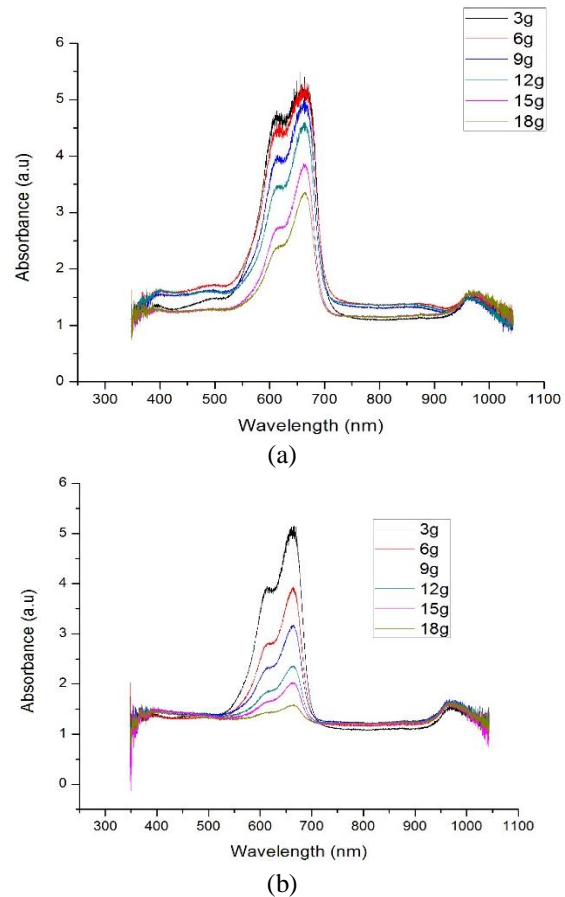


Gambar 3. Degradasi limbah zat warna *methylene blue* selama (a) 12 jam (kanan ke kiri) dan (b) 36 jam (kiri ke kanan).

Berdasarkan keberhasilan degradasi limbah *methylene blue* yang ditunjukkan secara visual diatas, dapat didukung dengan pengukuran spektrum absorbansi dan transmitansi dari cairan limbah yang diukur menggunakan spektrometer UV- VIS (*Ocean Optics type usb 4000*). Hasil degradasi limbah zat warna *methylene blue* selama 12 jam dan 36 jam dapat ditunjukkan dengan pengeplotan grafik absorbansi seperti Gambar 4.

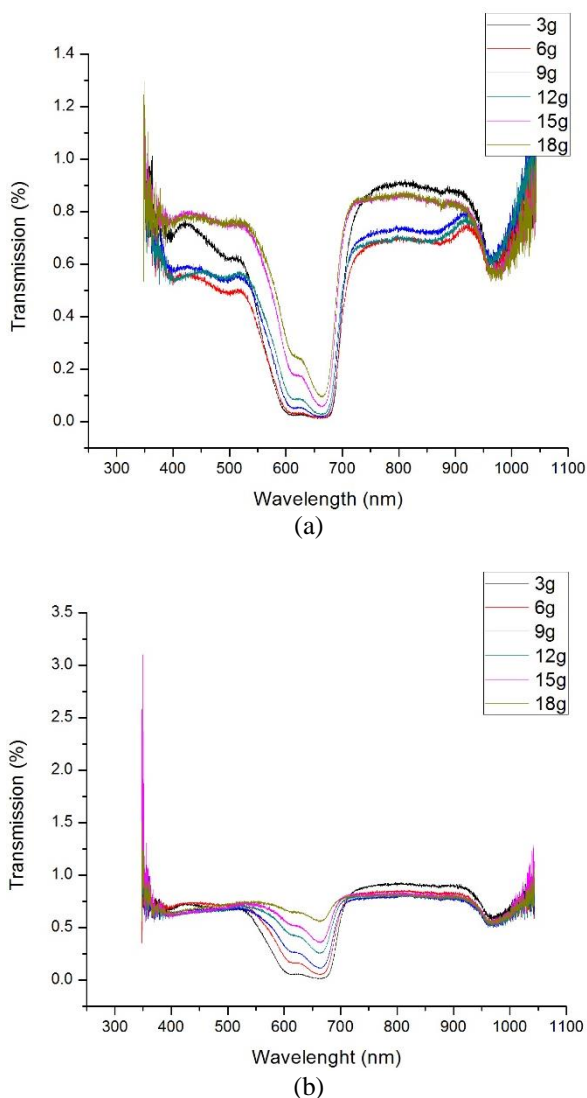
Hasil plot grafik absorbansi menunjukkan semakin lama perendaman arang dalam limbah zat warna cair akan menurunkan puncak spektrum absorbansi *methylen blue*. Penurunan puncak absorbansi *methylene blue* karena konsentrasi dari massa zat warna berkurang. Menurunnya atau menuju tidak adanya puncak spektrum absorbansi, menunjukkan sudah tidak adanya spektrum *methylene blue* dalam limbah atau kondisi limbah bersih dari zat warna [8]. Semakin lama waktu perendaman, proses absorpsi didalam limbah akan berjalan kontinu hingga degradasi cenderung mendekati sempurna 100%. Proses degradasi zat warna *methylene blue* dapat dilihat dari adanya pengurangan kadar warna, penurunan spektrum absorpsi UV -Vis pada panjang gelombang maksimum *methylene blue*. Spektrum absorbansi dari hasil degradasi limbah zat cair, memberikan hasil intensitas penyerapan partikel semakin naik. Nilai intensitas degradasi spektrum

penyerapan mewakili adanya penurunan konsentrasi limbah *methylene blue* di dalam air [12].



Gambar 4. Plot grafik absorbansi dari degradasi limbah *methylene blue* selama (a) 12 jam dan (b) 36 jam

Sifat optik transmitansi dari degradasi limbah *methylene blue* dapat ditunjukkan dari hasil pengukuran spektrometer UV-Vis yang diperlihatkan pada Gambar 5. Hasil plot grafik transmitansi antara perendaman selama 12 jam dan 36 jam sangat berbeda secara signifikan. Perendaman arang selama 36 jam menghasilkan transmitansi yang lebih tinggi daripada perendaman arang selama 12 jam. Pemberian massa arang sebanyak 18 g dengan waktu perendamana 36 jam, menghasilkan grafik transmitansi mendekati kesempurnaan seperti sifat yang dimiliki air. Transmitansi limbah *methylene blue* yang diberikan perlakuan selama 36 jam, memperlihatkan hasil mendekati degradasi sempurna. Meningkatnya nilai transmitansi, membuktikan bahwa degradasi limbah *methylenen blue* meningkat. Transmitansi yang meningkat menunjukkan bahwa hasilnya transparan [9].



Gambar 5. Plot grafik transmitansi dari degradasi limbah zat warna *methylene blue* selama (a) 12 jam dan (b) 36 jam

Berdasarkan hasil secara fisis, degradasi limbah zat warna *methylene blue* berhasil dilakukan yaitu, dibuktikan dengan hasil plot grafik absorbansi yang semakin menurun dan plot grafik transmitansi yang semakin meningkat. Hal tersebut menunjukkan keberhasilan dari pemanfaatan arang dari batang pohon untuk degradasi limbah zat warna tekstil. Hasil dari grafik tersebut membuktikan bahwa karbon pada umumnya bisa digunakan sebagai adsorben tanpa melewati suatu proses yang panjang seperti pembuatan karbon aktif. Namun pada dasarnya arang yang dihaluskan dan diberi campuran PVAc mempunyai fungsi yang sama seperti karbon aktif, yaitu seperti hasil penelitian dari [13] yang memanfaatkan arang aktif dengan katalis ZnO dalam mempercepat proses foto degradasi limbah *methylene blue*.

4. Simpulan

Arang dari sampah batang pohon menggunakan perekat PVAc berhasil dibuat menjadi karbon yang mampu mengabsorpsi limbah zat warna *methylene blue*. Pembuatan karbon dengan perekat PVAc menjadi hal baru yang sederhana untuk menyerap limbah zat warna serta mudah dilakukan oleh masyarakat umum tanpa menggunakan peralatan laboratorium dan bernilai ekonomis. Konsentrasi *methylene blue* sebelum dan setelah penyinaran diukur menggunakan spektrometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu perendaman dan jumlah karbon mempengaruhi absorbansi dan transmitansi dari limbah *methylene blue*. Semakin banyak jumlah massa arang dan lama waktu perendaman arang, memberikan plot grafik absorbansi turun dan plot grafik transmitansi naik mendekati degradasi sempurna.

Daftar Acuan

- [1] Berita Industri 2016. *Tekstil Andalan Persaingan ASEAN*. Sumber : www.kemenperin.go.id.
- [2] Widjajanti, E., Tutik, R. P., Utomo, M. P. Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Yogyakarta* (2012)
- [3] Renowati. Efektivitas Ampas Teh Sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil. *Skripsi* (2005): Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor
- [4] Hamdaoui, O. and Chiha, M. Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran, *Acta Chim* (2006). 54 : 407– 418
- [5] Alpien. Kualitas Arang Kayu Gelam (Melaleuca cajuputi) (Quality of Charcoal Made from Gelam Wood (Melaleuca cajuputi)). *J. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* (2011). 9 (2) :141- 152.
- [6] Altinok, M., Tas, H.H., & Çimen, M. 2009. *Effects of Combined Usage of Traditional Glue Joint Methods in Box Construction on Strength of Furniture, Materials and Design*, 30, 3313 – 3317.
- [7] Kim, S., & Kim, H. J. Effect of Addition of Polyvinyl Acetate to Melamine-Formaldehyde Resin on The Adhesion and Formaldehyde Emission in Engineered Flooring, *International Journal of Adhesion & Adhesives* (2005), 25, 456 – 461
- [8] Aji. M. P., P. A. Wiguna, S. A. Suciningtyas, Susanto, N. Rosita, & Sulhadi. Carbon Nanodots from Frying Oil as Catalyst for Photocatalytic Degradation of Methylene Blue Assisted Solar Light Irradiation, *American Journal of Applied Sciences* (2016), 13(4): 432-438.

- [9] Sutanto. H., I. Nurhasanah., E. Hidayanto., & Z. Arifin. Deposisi Lapisan Tipis Foto Katalis Seng Oksida (ZnO) Berukuran Nano Dengan Teknik Penyemprotan Dan Aplikasinya untuk Pendegradasi Pewarna Methylene Blue. *Jurnal Fisika* (2013), 3 (1) : 69-75.
- [10] Lestari. Y. D., S. Wardhani., & M. M. Khunur. Degradasi *Methylene Blue* menggunakan fotokatalis TiO₂- N/ Zeolit dengan Sinar Matahari. *Kimia Student Journal* (2015), 1(1) : 592-598
- [11] Rauf. M. A., M. A. Meetani., A. Khaleel, & A. Ahmed. 2009. Photocatalytic degradation of Methlene Blue using a mixed catalyst and product analysis by LC/ MS. *Chemical Engineering Journal*, 157(2010) : 373-378
- [12] Masturi, Silvia, M.P. Aji, E. Sustini, Khairurrijal and M. Abdullah, Am. J. Environ. Sci (2012). **8**, 79-94
- [13] Diantariani. N. P., I. E. Suprihatin., & I. A. G. Widihati. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Methylene Blue dan Congo Red Menggunakan Komposit ZnO-AA dan Sinar UV. *Jurnal Kimia* (2016), 10 (1) : 133-140