

Kajian Pengaruh Waktu dan pH Optimum dalam Adsorpsi *Methyl Violet* dan *Methylene Blue* Menggunakan Abu Daun Bambu

Kuntari, Naela Salsa Bila, dan Meidi Yuwono

Jurusan Kimia, FMIPA
Universitas Islam Indonesia
bilanailasalsa@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan adsorpsi *methyl violet* dan *methylene blue* menggunakan abu daun bambu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi adsorben dengan spektrofotometri FT-IR dan adsorpsi dengan parameter yang dipelajari adalah waktu interaksi dan pH. Konsentrasi zat warna ditentukan dengan metode spektrofotometri UV-vis. Spektra FT-IR yang dihasilkan menunjukkan bahwa adsorben memiliki serapan karakteristik yang berasal dari gugus Si-O dan Al-O. Hasil adsorpsi menunjukkan bahwa adsorpsi *methyl violet* optimum pada waktu kontak 12 menit dan pH 11 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 22,8738 mg/g dan adsorpsi *methylene blue* optimum pada waktu kontak 8 menit dan pH 11 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 17,9989 mg/g.

Kata-kata kunci: abu daun bambu, *methyl violet*, *methylene blue*, adsorpsi

Abstract

Adsorption of methyl violet and methylene blue has been done on using bamboo leaf ash. This research aims to study the characterization adsorbent by FT-IR spectrophotometry and adsorption with the parameters interaction time and pH. The concentration of the dye was determined quantitatively by UV-Vis spectrophotometer. FT-IR spectrogram of bamboo leaf ash show that typical fingerprint in IR spectrogram of adsorbent with Si-O and Al-O groups. The adsorption results showed that optimum methyl violet adsorption at 12 minutes and pH 11 with adsorption capacity of 22.8738 mg/g and adsorption of optimum methylene blue at contact time of 8 minutes and pH 11 with adsorption capacity of 17.9989 mg/g.

Keywords: bamboo leaf ash, *methyl violet*, *methylene blue*, adsorption method

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu masalah utama dalam kehidupan modern. Salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang ada di sekitar kita adalah pencemaran akibat penggunaan zat pewarna yang bersifat anionik, kationik maupun non-ionik, seperti zat warna *methyl violet* dan *methylene blue*. *Methyl violet* merupakan salah satu zat warna yang digunakan untuk pewarnaan tekstil yang tergolong dalam zat warna karbon-nitrogen yang terdapat pada gugus benzena. Gugus benzena sangat sulit didegradasi, walaupun dapat didegradasi membutuhkan waktu yang lama (Cristina, dkk., 2007). Zat warna *Methylene blue* merupakan salah satu zat warna dasar penting yang banyak digunakan dalam industri tekstil untuk pewarna kapas dan sutera (Muthuraman, dkk., 2009). Pengolahan limbah yang mengandung zat warna perlu dilakukan, karena jika tidak maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Beberapa tahun terakhir metode pengolahan secara fisika, kimia dan perawatan biologis telah banyak digunakan untuk penghapusan pewarna dari larutan air atau limbah air seperti, koagulasi-flokulasi (Tan, dkk., 2000), proses fenton (Behnajady, dkk., 2007), dan degradasi elektrokimia (Fan, dkk., 2008). Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif adalah salah satu teknik yang paling efektif dan digunakan secara luas pada berbagai jenis bahan pewarna (Crini, 2006). Namun, penggunaan karbon aktif sangat terbatas karena tingginya biaya yang diperlukan. Oleh karena itu, banyak alternatif murah dengan adsorben dari bahan yang tersedia seperti biosorben dan bahan limbah dari industri dan pertanian.

Dalam penelitian ini adsorben yang diusulkan adalah abu daun bambu untuk mengurangi konsentrasi zat warna *methylene blue* dan *methyl violet*. Ketersediaan bahan baku yang melimpah dan

kadar silika yang tinggi diharapkan abu daun bambu mampu mengadsorpsi zat warna *methyl violet* dan *methylene blue*. Penentuan absorbansi dari zat warna *methylene blue* dan *methyl violet* menggunakan spektrofotometri UV-Visibel serta abu daun bambu dikarakterisasi dengan FT-IR.

METODE

Preparasi dan karakterisasi adsorben abu daun bambu

Daun bambu kering dipotong kecil-kecil dan dioven selama 1 hari dengan suhu 105°C, kemudian di furnace selama 2 jam dengan suhu 700°C. Hasil kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui adanya silika (Si).

Pengaruh waktu kontak pada *methyl violet* dan *methylene blue*

Dua puluh miligram abu daun bambu dimasukkan ke dalam larutan *methyl violet* 20 mg/L dengan variasi waktu 2; 4; 6; 12; dan 15 menit menggunakan shaker kecepatan pengadukan 200 rpm. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-visibel pada panjang gelombang maksimum. Waktu kontak optimum ditunjukkan dengan nilai persentase adsorpsi tertinggi. Dan 3,5 mg abu daun bambu dimasukkan ke dalam larutan *methylene blue* 10 mg/L dengan variasi waktu 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10 menit menggunakan shaker kecepatan pengadukan 200 rpm. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-visibel pada panjang gelombang maksimum. Waktu kontak optimum ditunjukkan dengan nilai persentase adsorpsi tertinggi.

Pengaruh pH pada *methyl violet* dan *methylene blue*

Dua puluh miligram mg abu daun bambu dimasukkan ke dalam larutan *methyl violet* 20 mg/L dengan variasi pH 5; 7; 9 dan 11 dengan waktu optimum yang didapatkan menggunakan shaker kecepatan pengadukan 200 rpm. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-visibel pada panjang gelombang maksimum. Kondisi pH optimum ditunjukkan dengan nilai persentase adsorpsi tertinggi. Dan 5 mg abu daun bambu dimasukkan ke dalam larutan *methylene blue* 10 mg/L dengan variasi pH 3; 5; 7; 9 dan 11 dengan waktu optimum yang didapatkan menggunakan shaker kecepatan pengadukan 200 rpm. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-visibel pada panjang gelombang maksimum. Kondisi pH

optimum ditunjukkan dengan nilai persentase adsorpsi tertinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Silika yang diperoleh dari abu daun bambu yang dianalisis dengan FTIR dan spektrumnya diperlihatkan pada Gambar 1. Spektrum menunjukkan beberapa puncak yang menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi dalam sampel, baik yang dimiliki oleh silika atau gugus fungsi dari zat lain dan pengotor yang tidak dapat dibersihkan seluruhnya. Puncak utama yang diyakini berkaitan dengan gugus fungsi silika adalah pada bilangan gelombang 3452,17 cm⁻¹. Puncak ini merupakan puncak yang khas untuk vibrasi ulur gugus -OH (gugus hidroksil) yang diyakini bahwa, dalam sampel terdapat gugus hidroksil ikatan Si-OH atau silanol (Lin, dkk., 2001). Puncak kedua yang diyakini menunjukkan gugus fungsi adalah puncak pada bilangan gelombang 1100,54 cm⁻¹, yang menunjukkan adanya gugus fungsi Si-O-Si (Daifullah, dkk., 2003). Adanya gugus fungsi Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 466,51 cm⁻¹, yang menunjukkan ikatan Si-O (Lin, dkk., 2001), dan puncak pada 797,54 cm⁻¹ yang timbul akibat deformasi ikatan Si-O pada SiO₄.

Puncak lain dengan intensitas yang cukup signifikan terdapat pada daerah 1642,02 cm⁻¹. Puncak ini menunjukkan vibrasi regang C=O dari hemiselulosa, yang kemungkinan ikut teradsorpsi oleh silika. Puncak lemah lainnya terdapat pada daerah 618,59 cm⁻¹, yang menunjukkan adanya ikatan antara Si-O dengan logam. Interpretasi data IR ini sesuai dengan analisis fungsional yang dilakukan oleh Kamath, dkk., 1998.

Karakterisasi adsorben dilakukan dengan analisis spektrofotometri FT-IR. Hasil menunjukkan puncak utama yang diyakini berkaitan dengan gugus fungsi silika adalah pada bilangan gelombang 3452,17 cm⁻¹. Puncak ini merupakan puncak yang khas untuk vibrasi ulur gugus -OH (gugus hidroksil) yang diyakini bahwa, dalam sampel terdapat gugus hidroksil ikatan Si-OH atau silanol (Lin dkk., 2001). Puncak kedua yang diyakini menunjukkan gugus fungsi adalah puncak pada bilangan gelombang 1100,54 cm⁻¹, yang menunjukkan adanya gugus fungsi Si-O-Si (Daifullah, dkk., 2003). Adanya gugus fungsi Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 466,51 cm⁻¹, yang menunjukkan ikatan Si-O (Lin dkk, 2001), dan puncak pada 797,54 cm⁻¹ yang timbul akibat deformasi ikatan Si-O pada SiO₄.

Puncak lain dengan intensitas yang cukup signifikan terdapat pada daerah 1642,02 cm⁻¹. Puncak ini menunjukkan vibrasi regang C=O dari hemiselulosa, yang kemungkinan ikut teradsorpsi oleh silika. Puncak lemah lainnya terdapat pada daerah 618,59 cm⁻¹, yang menunjukkan adanya ikatan antara Si-O dengan logam. Interpretasi data IR ini sesuai dengan analisis fungsional yang dilakukan oleh Kamath & Proctor (1998).

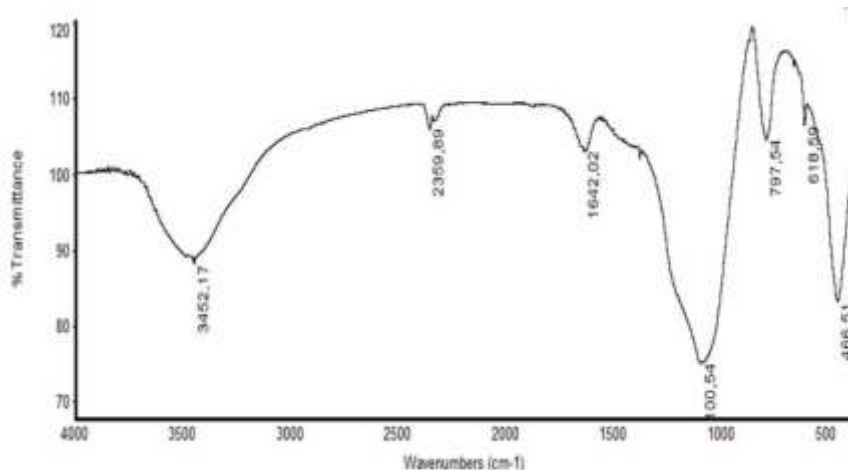
Penentuan kurva kalibrasi *methyl violet* dilakukan pada konsentrasi standar 0; 2; 3; 4; 5; dan 6 pada panjang gelombang maksimum 585 nm, diperoleh data absorbansi pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi larutan standar *methyl violet* dengan absorbansi berbanding lurus atau semakin besar konsentrasi larutan zat warna maka semakin besar

pula hasil absorbansinya. Dari tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan antara larutan standar *methyl violet* (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y) seperti **Gambar 2**.

Gambar 2 merupakan hubungan antara konsentrasi larutan standar zat warna *methyl violet* dengan absorbansi. Dari kurva kalibrasi tersebut diperoleh persamaan $y = 0,107 x - 0,005$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,998. Dari koefisien determinasi yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kurva kalibrasi yang diperoleh linier karena $> 0,995$.

Penentuan kurva kalibrasi *methylene blue* dilakukan pada konsentrasi standar 0,00; 1,20; 2,00; 2,80; 3,60; dan 4,40 pada panjang gelombang maksimum 663 nm, diperoleh data absorbansi pada **Tabel 2**.



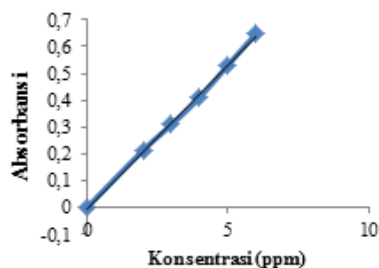
Gambar 1. Spektrum FT-IR Abu Daun Bambu Hasil persentase adsorpsi *methyl violet* dan *methylene blue* parameter waktu kontak

Tabel 1. Hasil Absorbansi Larutan Strandar *Methyl Violet*

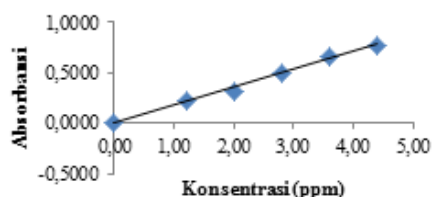
| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 0 | 0 |
| 2 | 0.214 |
| 3 | 0.309 |
| 4 | 0.410 |
| 5 | 0.531 |
| 6 | 0.649 |

Tabel 2. Hasil Absorbansi Larutan Strandar *Methylene Blue*

| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 0.00 | 0.006 |
| 1.20 | 0.218 |
| 2.00 | 0.319 |
| 2.80 | 0.489 |
| 3.60 | 0.660 |
| 4.40 | 0.770 |



Gambar 2. Grafik hubungan antara larutan standar *methyl violet* dan absorbansi



Gambar 3. Grafik hubungan antara larutan standar *methylene blue* dan absorbansi

Tabel 2 menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi larutan standar *methylene blue* dengan absorbansi berbanding lurus atau semakin besar konsentrasi larutan zat warna maka semakin besar pula hasil absorbansinya. Dari tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara larutan standar *methylene blue* (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y) seperti **Gambar 3**.

Gambar 3 merupakan hubungan antara konsentrasi larutan standar zat warna *methyl blue* dengan absorbansi. Dari kurva kalibrasi tersebut diperoleh persamaan $y = 0.1769x - 0.0025$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9954. Dari koefisien determinasi yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kurva kalibrasi yang diperoleh linier karena $> 0,995$.

Methyl violet

Waktu kontak yang digunakan pada penelitian adalah 2, 4, 6, 12, dan 15 menit pada material abu daun sebanyak 20 mg. larutan *methyl violet* ini dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis *single beam* dengan panjang gelombang maksimum 585 nm dan diperoleh hasil pembacaan seperti pada **Tabel 3**.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu dimana adsorben abu daun bambu dalam mengadsorpsi *methyl violet* secara optimal berada pada waktu 12 menit dengan persentase adsorpsi sebesar 77.928%. Hasil menunjukkan bahwa persentase adsorpsi tertinggi pada waktu kontak 12 menit, hal ini dikarenakan kontak antara adsorben abu daun bambu dengan adsorbat semakin lama

Tabel 3. Persen Adsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi *Methyl violet*

| Waktu Kontak (menit) | Absorbansi | Konsentrasi Akhir | % Adsorpsi | q(mg/g) |
|----------------------|------------|-------------------|------------|---------|
| 2 | 0.697 | 6.558 | 67.212 | 16.803 |
| 4 | 0.594 | 5.595 | 72.025 | 18.006 |
| 6 | 0.552 | 5.202 | 73.988 | 18.497 |
| 12 | 0.467 | 4.414 | 77.928 | 19.482 |
| 15 | 0.564 | 5.318 | 73.411 | 18.352 |

Tabel 6. Persen Adsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi *Methylene Blue*

| pH | Absorbansi | Konsentrasi Akhir | % Adsorpsi | Q |
|----|------------|-------------------|------------|--------|
| 3 | 0.728 | 4.129 | 58.717 | 11.747 |
| 5 | 0.758 | 4.299 | 57.022 | 11.408 |
| 7 | 0.285 | 1.625 | 83.752 | 16.755 |
| 9 | 0.251 | 1.433 | 85.674 | 17.139 |
| 11 | 0.175 | 1.003 | 89.969 | 17.999 |

sehingga zat warna yang terserap oleh abu daun bambu juga semakin banyak. Namun, pada waktu 15 menit kapasitas adsorpsi mengalami penurunan karena kapasitas adsorpsi optimum terjadi pada waktu 12 menit sehingga pada waktu diatas 9 menit, sehingga kapasitas adsorpsi mengalami penurunan.

Pengaruh pH pada adsorpsi larutan *methyl violet* yang digunakan untuk pengujian memiliki konsentrasi 20 ppm dalam volume 25 mL. variasi pH yang digunakan adalah pH 5,7,9, dan 11 yang dikontakkan dengan material abu daun sebanyak 20 mg. larutan *methyl violet* ini dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis *single beam* dengan panjang gelombang maksimum 585 nm, dengan waktu kontak 8 menit dan diperoleh hasil pembacaan seperti pada **Tabel 4**.

Hasilnya menunjukkan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh kondisi pH dimana pada kondisi pH basa zat warna yang teradsorpsi menggunakan abu daun bambu semakin besar. Nilai absorbansi *methyl violet* terbaik ditunjukkan pada saat pH 11 dengan nilai persentase adsorpsi 91.495%.

Methylene blue

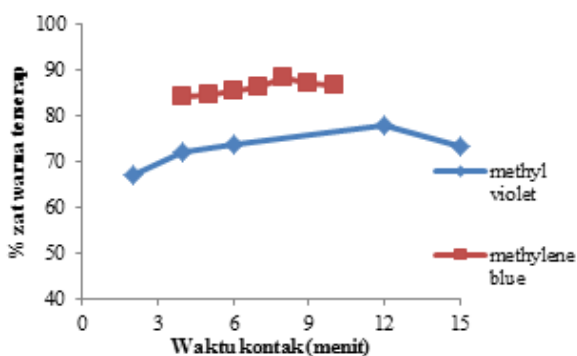
Waktu kontak yang digunakan pada penelitian adalah 4,5,6,7,8,9 dan 10 menit pada material abu daun sebanyak 3,5 mg. larutan *methylene blue* ini dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis *single beam* dengan panjang gelombang maksimum 663 nm dan diperoleh hasil pembacaan seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 4. Persen Adsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi *Methyl violet*

| pH | Absorbansi | Konsentrasi Akhir | % Adsorpsi | q |
|----|------------|-------------------|------------|--------|
| 5 | 0.739 | 6.956 | 65.218 | 16.304 |
| 7 | 0.642 | 6.047 | 69.766 | 17.442 |
| 9 | 0.774 | 7.277 | 63.614 | 15.903 |
| 11 | 0.177 | 1.701 | 91.495 | 22.874 |

Tabel 5. Persen Adsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi *Methylene Blue*

| Waktu Kontak (menit) | Absorbansi | Konsentrasi Akhir | % Adsorpsi | q(mg/g) |
|----------------------|------------|-------------------|------------|---------|
| 4 | 0.276 | 1.574 | 84.261 | 24.073 |
| 5 | 0.269 | 1.535 | 84.657 | 24.186 |
| 6 | 0.253 | 1.444 | 85.561 | 24.444 |
| 7 | 0.238 | 1.359 | 86.409 | 24.687 |
| 8 | 0.206 | 1.179 | 88.217 | 25.204 |
| 9 | 0.226 | 1.292 | 87.087 | 24.881 |
| 10 | 0.231 | 1.319 | 86.804 | 24.800 |



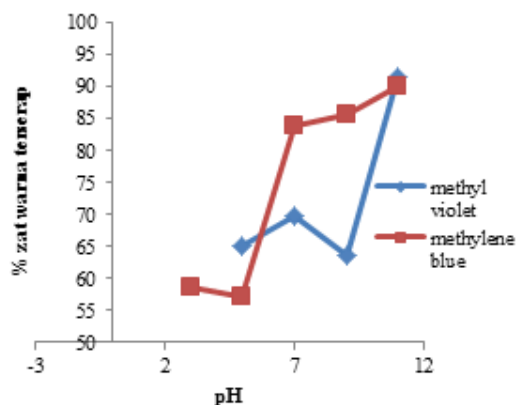
Gambar 4. Hubungan antara Waktu Kontak dengan % Zat Warna Terserap

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu dimana adsorben abu daun bambu dalam mengadsorpsi *methylene blue* secara optimal berada pada waktu 8 menit dengan persentase adsorpsi sebesar 88,217%. Hasil menunjukkan bahwa persentase adsorpsi tertinggi pada waktu kontak 8 menit, hal ini dikarenakan kontak antara adsorben abu daun bambu dengan adsorbat semakin lama sehingga zat warna yang terserap oleh abu daun bambu juga semakin banyak. Namun, pada waktu 9 sampai 10 menit kapasitas adsorpsi mengalami penurunan karena kapasitas adsorpsi optimum terjadi pada waktu 8 menit sehingga pada waktu diatas 9 menit, kapasitas adsorpsi mengalami penurunan.

Pengaruh pH pada absorpsi larutan *methylene blue* yang digunakan untuk pengujian memiliki konsentrasi 10 ppm dalam volume 10 mL. variasi pH yang digunakan adalah pH 3,5,7,9, dan 11 yang dikontakkan dengan material abu daun sebanyak 5 mg. larutan *methylene blue* ini dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis *single beam* dengan panjang gelombang maksimum 663 nm, dengan waktu kontak 8 menit dan diperoleh hasil pembacaan seperti pada Tabel 6.

Hasilnya menunjukkan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh kondisi pH dimana pada kondisi pH basa zat warna yang teradsorpsi menggunakan abu daun bambu semakin besar. Nilai absorbansi *methylene blue* terbaik ditunjukkan pada saat pH 11 dengan nilai persentase adsorpsi 89,969%.

Gambar 1 menunjukkan bahwa waktu optimum adsorpsi *methyl violet* terjadi pada waktu 12 menit



Gambar 5. Hubungan antara pH dengan % Zat Warna Terserap

dengan persentase adsorpsi sebesar 77,93%. disisi kesetimbangan sehingga bertambahnya waktu kontak tidak menambah persentase adsorpsi. Sementara adsorpsi *methylene blue* optimal terjadi pada waktu kontak 8 menit dengan persentase adsorpsi sebesar 88,22%. Penurunan persentase adsorpsi setelah waktu optimum dikarenakan telah mencapai kondisi kesetimbangan sehingga bertambahnya waktu kontak tidak menambah persentase adsorpsi.

Variasi pH pada adsorpsi larutan *methyl violet* yang digunakan untuk pengujian adalah pH 5, 7, 9, dan 11, sementara variasi pH pada adsorpsi larutan *methylene blue* adalah pH 3, 5, 7, 9, dan 11. Gambar 2 menunjukkan bahwa proses adsorpsi dipengaruhi oleh kondisi pH dimana pada kondisi pH basa zat warna yang teradsorpsi menggunakan abu daun bambu semakin besar. Nilai persentase adsorpsi *methylene blue* tertinggi ditunjukkan pada saat pH 11 yaitu dengan nilai 91,50%. Nilai adsorpsi *methylene blue* tertinggi ditunjukkan pada saat pH 11 dengan nilai persentase adsorpsi 89,97%.

KESIMPULAN

Karakterisasi abu daun bambu menggunakan FT-IR menunjukkan beberapa puncak yang membuktikan adanya beberapa gugus fungsi silika dalam sampel, yaitu pada bilangan gelombang 3452, 17 cm^{-1} (Si-OH), 1100,54 cm^{-1} (Si-O-Si), 466,51 cm^{-1} (Si-O). Hasil adsorpsi *methylene blue* optimum pada waktu kontak 8 menit dan pH 11 dengan kapasitas adsorpsi 17,9989 mg/g dan *methyl violet* optimum pada waktu kontak 12 menit dan pH 11 dengan kapasitas adsorpsi 22,8738 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Behnajady, M. A., Modirshahla, N., & Ghanbary, F. 2007. *A kinetic model for the decolorization of C.I. Acid Yellow 23 by Fenton process*. Journal of Hazardous Materials, 148, 98–102.
- Crini, G. 2006. *Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review*. Bioresource Technology, 97, 1061–1085.
- Daifullah, A.A.M., Girgis, B.S. & Gad, H.M.H. 2003. *Utilization of Agro-Residues (Rice Husk) in Small Waste Water Treatment Plants*. Material Letters, 57:1723–1731.
- Fan, I., Zhou, Y., Yang, W., Chem, G., & Yang, F. 2008. *Electrochemical degradation of aqueous solution of Amaranth azo dye on ACF under potentiostatic model*. Dyes and Pigments, 76, 440–446.
- Kamath, S.R. and Proctor, A. 1998. *Silica Gel from Rice Husk Ash: Preparation and Characterization*. Cereal Chemistry, 75, 484-487.
- Lin, J., Siddiqui, J.A. & Ottenbrite, M. 2001. *Surface Modification of Inorganic Oxide Particles with Silane Coupling Agent and Organic Dyes*. Polymer Advance Technology, 12:285–292.
- Maria Christina P., Mu'nisatun S., Rany Septaaji dan Djoko Marjanto. 2007. *Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 340 keV/10 mA*. JFN.Vol.1 No.1, ISSN 1978-8738.Hlm. 32.
- Muthuraman, G., Teng, T. T., Leh, C. P., & Ismail, N. 2009. *Extraction and recovery of methylene blue from industrial wastewater using benzoic acid as an extractant*. Journal of Hazardous Materials, 163, 363–369.
- Tan, B. H., Teng, T. T., & Omar, A. K. M. 2000. *Removal of dyes and industrial dye wastes by magnesium chloride*. Water Research, 34, 597–601.