ISSN 2075-9083 (Print)
ISSN 2075-9075 (Online)

JURNAL TEKNIK KIMIA VOKASIONAL

Vol. 5, No. 2, September 2025, hal. 56–61
doi: 10.46964/jimsi.v5i2.1320

ADSORPSI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE* DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI GAMBUT FIBRIK

Najib Najmi'i Ramadhani [1,*)] , Sitti Sahraeni [2)] , Muhammad Wildan Al-Habib [3)]

[1,2,3)]Program Stuudi D4 Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia.

[*)] Email : najib.ramadhani.fifik@gmail.com

(Received : 01-06-2025; Revised: 11-09-2025; Accepted:30-09-2025)

Abstrak

Salah satu zat warna yang digunakan pada industri tekstil yang sangat penting dan relatif murah adalah methylene blue karena mudah larut dalam air. Dampak negatif dari zat warna methylene blue dapat mempengaruhi lingkungan. Salah satu metode yang digunakan adalah adsorpsi menggunakan arang aktif yang berbahan dasar gambut fibrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatahui variasi waktu kontak antara karbon aktif yang terbuat dari tanah gambut dengan zat warna tekstil methylene blue terhadap penurunan konsentrasi zat warna methylene blue. Arang aktif dibuat dari gambut fibrik melalui proses pirolisis pada suhu 500°C dengan waktu 120 menit dan aktivasi menggunakan H3PO4 20%. 25 ml larutan methylene blue konsentrasi 75 ppm dikontakkan dengan arang aktif dengan waktu kontak 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Waktu kontak optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah 60 menit dengan efisiensi adsorpsi sebesar 99,67% dan kapasitas adsorpsi sebesar 3,7377 mg/g. Model adsorpsi isoterm yang sesuai pada penelitian ini adalah adsorpsi isoterm langmuir dengan nilai R2 sebesar 1.

Kata kunci : adsorpsi, arang aktif, gambut fibrik, methylene blue

Abstract

One of the dyes used in the textile industry that is very important and relatively inexpensive is methylene blue because it dissolves easily in water. The negative impact of methylene blue dye can affect the environment. One method used is adsorption using activated charcoal made from fibric peat. The purpose of this research is to determine the variation in contact time between activated carbon made from peat soil and the textile dye methylene blue in reducing the concentration of methylene blue. The activated charcoal was made from fibric peat through a pyrolysis process at 500°C for 120 minutes and activated using 20% H3PO4. A 25 ml methylene blue solution with a concentration of 75 ppm was contacted with the activated charcoal for 20, 40, 60, 80, 100, and 120 minutes. The optimum contact time obtained in this study was 60 minutes, with an adsorption efficiency of 99.67% and an adsorption capacity of 3.7377 mg/g. The isotherm adsorption model that fits this study is the Langmuir isotherm adsorption model with an R^2 value of 1.

.

Keywords *activated carbon, adsorption, fibric peat, methylene blue*

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

PENDAHULUAN

Industri tekstil sangat berkembang pesat dalam memenuhi kebutuhan sandang manusia, salah satu zat warna yang sering digunakan dalam pewarnaan kain adalah methylene blue. Methylene blue adalah salah satu zat warna yang sangat penting dalam pewarnaan kain dan relative murah karena dapat larut dalam air, memiliki sifat kationik dan umumnya digunakan dalam industri kimia, medis, dan makanan (Rha Hayu et al., 2022).

Zat warna methylene blue memiliki dampak negatif yang sangat mempengaruhi lingkungan karena efek toksinitasnya yang tinggi dapat menyebabkan perubahan gen bersifat karsinogenik. Selain itu mekanisme pencemaran lain yaitu jika suatu area tercemar oleh methylene blue akan terjadi penghambatan penetrasi sinar matahari yang menyebabkan menurunnya tingkat fotosintesis tumbuhan air dan mengganggu ekosistem air karena dapat menyebabkan kurangnya kandungan oksigen terlarut (Baunsele & Missa, 2020).

Untuk mengatasi dampak negatif dari zat warna methylene blue dapat dilakukan dengan berbagai macam proses pengolahan salah satunya adalah proses adsorpsi yaitu proses yang terjadi ketika suatu fluida terikat pada padatan dan membentuk suatu film pada permukaan tersebut dan merupakan proses yang baik untuk mengadsorpsi zat warna karena sederhana, murah dan aman (Rha Hayu et al., 2022). Salah satu adsorben yang digunakan adalah arang aktif yaitu suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan- bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi, dengan menggunakan gas, uap air, dan bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka.

Arang aktif pada umumnya terbuat dari biomassa dan salah satunya adalah tanah gambut fibrik (mentah) yaitu gambut yang belum melapuk, bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan bila diremas>75% seratnya masih tersisa (Sitoresmi, 2024).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait adsorpsi zat warna methylene blue dengan menggunakan karbon aktif dari limbah kulit singkong yang dilakukan oleh Maria et al., (2021) dengan hasil terbaik pada dosis adsorben 0,5 g, waktu kontak 240 menit, konsentrasi larutan 50-75 ppm, dan persen removal sebesar 98,76%. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Alif et al., (2024) menggunakan adsorben dari kulit buah lai dengan hasil terbaik massa adsorben 0,065 g, waktu kontak 1 menit, pH 8, konsentrasi zat warna 300 mg/L, dan kapasitas adsorpsi isotherm Langmuir sebesar 55,209 mg/g.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi waktu kontak antara karbon aktif yang terbuat dari tanah gambut dengan zat warna methylene blue terhadap penurunan konsentrasi zat warna serta menentukan persamaan kesetimbangan yang sesuai untuk adsorpsi. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengurangi kadar zat warna methylene blue yang sering mencemari lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomis dari tanah gambut yang dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif.

METODOLOGI

Preparasi Bahan Baku Gambut Fibrik

Menyiapkan dan mencuci gambut menggunakan air mengalir untuk membersihkan gambut dari kotoran-kotoran yang menempel. Mengeringkan gambut selama 5 hari dibawah sinar matahari.

Pembuatan Karbon Aktif

Menimbang gambut sebanyak 400 g kemudian dimasukkan kedalam alat pirolisis. Mempirolisis gambut dengan mengatur temperatur 500°C dan waktu pirolisis selama 120 menit. Mendinginkan arang kemudian mengeluarkan dan menimbang arang hasil pirolisis. Menghancurkan dan menyeragamkan ukuran arang pada ukuran -100 + 120 mesh. Menimbang 10 g arang dan merendam arang mengunakan larutan H3PO4 20% dengan perbandingan arang dengan aktivator 1:10 selama 15 jam. Menyaring dan mencuci arang hasil rendaman menggunakan aquadest hingga pH netral. Mengeringkan arang menggunakan oven pada temperatur 110°C selama 2 jam kemudian memasukkan arang yang telah dioven kedalam furnace pada temperatur 500°C selama 2 jam.

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

Proses Adsorpsi

Menyiapkan sampel zat warna methylene blue sebanyal 25 mL kedalam erlenmeyer 250 mL. Memasukkan adsorben karbon aktif sebanyak 0,5 g kedalam 25 mL sampel zat warna. Mengaduk sampel menggunakan zat warna menggunakan shaker dengan kecepatan 250 rpm dengan variasi waktu kontak 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Menyaring sampel menggunakan kertas caring lalu memasukkan larutan kedalam botol kaca. Menganalisa konsentrasi zat warna menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Menghitung efisiensi dan kapasitas adsorpsi dengan rumus :

$$Efisiensi\ Adsorpsi = (\frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} x100\%)$$

$$Kapasitas\ Adsorpsi = \frac{(C_{awal} - C_{akhir})xV}{C_{awal}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian ini ini dtampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil adsorpsi sampel *methylene blue*

Massa Adsorben (gram)	Waktu Adsorpsi (Menit)	Cawal (mg/L)	Cakhir (mg/L)	Persen Removal (%)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
0,5	20	75	0,3803	99,49	3,7310
	40		0,2761	99,63	3,7362
	60		0,2455	99,67	3,7377
	80		0,2479	99,67	3,7376
	100		0,2822	99,62	3,7358
	120		0,4712	99,37	3,7264

Tabel 2. Data hasil perhitungan *isotherm*

Langmuir			***Freundlich***		
qm (mg/g)	KL (L/g)	R^2	N	KF (L/g)	R^2
37,1747	89,6667	1	1,7540	0,9903	0,9967

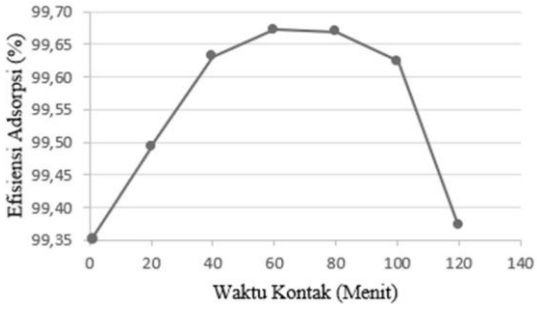
Pembahasan Karakteristik Arang Aktif

Arang gambut sebelum dan sesudah diaktivasi telah diuji *proximate* menggunakan metode ASTM (*American Society for Testing and Material*) yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat material, produk, atau rakitan material untuk memastikan kualitas dan keamanan produk. Hasil uji *proximate* pada arang sebelum aktivasi yaitu kadar air 5,82%, kadar abu 24,38%, *volatile matter* 11,58%, *fixed carbon* 61,96%, dan daya serap iod 743,6808 mg/g. Kemudian hasil uji *proximate* arang setelah aktivasi yaitu kadar air 1,3%, kadar abu 21,9%, *volatile matter* 13,43%, *fixed carbon* 63,37%, dan daya serap iod 843,5908 mg/g.

Pengaruh Waktu Kontak antara Adsorben dengan Zat Warna Terhadap Penurunan Kadar Zat Warna

Pada penentuan efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi arang aktif dari gambut fibrik akan memvariasikan waktu kontak antara arang aktif dan sampel zat warna menggunakan waktu 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum *methylene blue* oleh arang aktif gambut fibrik.

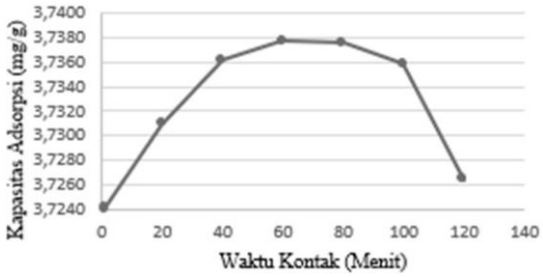
ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)



Gambar 1. Grafik hubungan efisiensi adsorpsi dengan waktu kontak

Kenaikan efisiensi adsorpsi terjadi pada waktu 20 sampai 40 menit dan mencapai kesetimbangan pada waktu 60 menit. Hal ini dikarenakan banyaknya situs aktif pada adsorben yang kosong sehingga kecenderungan larutan untuk terserap ke *methylene blue* semakin tinggi karena gugus aktif pada zat warna belum berinteraksi secara optimal, serta terjadi kesetimbangan yang mengakibatkan penyerapan secara optimum disebabkan pada saat mencapai titik kesetimbangan permukaan adsorben tertutupi oleh zat warna yang diserap dan adsorben mengalami titik jenuh sehingga adsorben tidak dapat menyerap zat warna lagi (Sari et al., 2017). Terjadi penurunan efisiensi pada waktu kontak 80 sampai 120 menit. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat memungkinkan peningkatan penyerapan zat warna, namun jika terlalu lama juga dapat menurunkan tingkat penyerapan atau desorpsi. Setelah adsorpsi mencapai keadaan setimbang, penambahan waktu kontak antara arang aktif gambut fibrik dan *methylene blue* selanjutnya tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penyerapan zat warna. Kontak fisik antara adsorbat dengan adsorben yang terlalu lama menyebabkan zat warna lama-kelamaan terlepas kembali kedalam larutan. Hal ini mengakibatkan jumlah zat warna tertukar semakin besar yang mengindikasikan daya serapnya juga menurun (Maria et al., 2021).

Kapasitas adsorpsi adalah nilai yang menunjukkan banyaknya adsorbat yang terakumulasi pada permukaan adsorben dan dapat diperoleh dari hasil maksimum parameter yang dipengaruhi adsorpsi. Waktu kontak mempengaruhi kapasitas adsorpsi karena merupakan faktor yang dapat merefleksikan kinetika suatu adsorben dalam berinteraksi dengan adsorbat (Hanum et al., 2017). Konsentrasi awal zat warna berpengaruh terhadap pengisian sisi aktif pada adsorben. Pada konsentrasi awal zat warna yang rendah, sisi aktif adsorben cukup untuk mengadsorpsi sejumlah kecil zat warna. Sebaliknya, pada konsentrasi awal zat warna yang tinggi jumlah situs adsorben tidak mampu meningkatkan jumlah penghilangan molekul zat warna, sehingga proporsi molekul zat warna yang tersisa dalam larutan meningkat yang mengarah pada penurunan kapasitas zat warna (Rha Hayu et al., 2022).



Gambar 2. Grafik hubungan kapasitas adsorpsi dengan waktu kontak

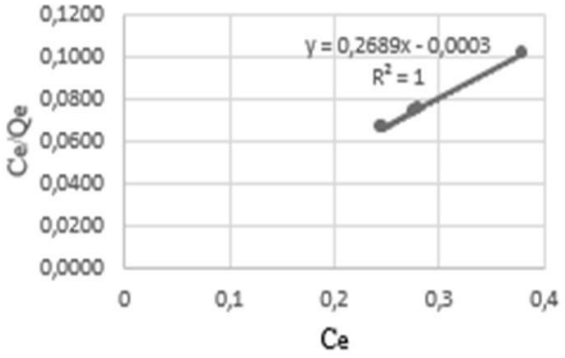
Terjadi peningkatan nilai kapasitas adsorpsi pada waktu kontak 20 sampai 40 menit, hal ini dikarenakan waktu kontak antara adsorben dan adsorbat yang singkat sehingga kapasitas adsorben belum maksimal dan pada awal proses adsorpsi pori-pori adsorben masih bebas dari partikel adsorbat sehingga perubahan kapasitas adsorpsi pada tahap awal adsorpsi cukup besar (Hanum et al., 2017). Nilai kapasitas adsorpsi meningkat dan terjadi kesetimbangan pada waktu 60 menit sehingga seluruh sisi aktif adsorben telah menjerap zat warna. Penurunan nilai kapasitas adsorpsi terjadi pada waktu 80 sampai 120 menit yang

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

terjadi karena penyerapan terlalu lama sehingga dapat menurunkan tingkat penyerapan, semakin lama waktu kontak dapat mengakibatkan desorpsi yaitu terlepasnya zat warna yang sudah terikat oleh adsorben (Maghfiroh et al., 2017).

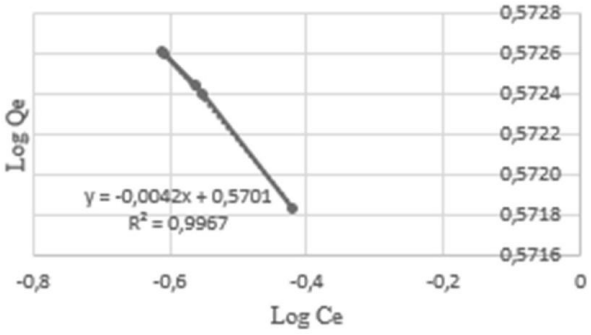
Penentuan Adsorpsi Isoterm

Isoterm adsorpsi menggambarkan kinerja kesetimbangan adsorben dan biasanya digunakan untuk karakteristik padatan berpori serta merancang proses adsorpsi dalam skala yang lebih besar (Çatlıoglu et al., 2021). Isoterm adsorpsi dapat ditentukan dengan persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* dengan tujuan untuk mengetahui apakah proses adsorpsi tersebut terjadi secara monolayer atau multilayer, mengetahui data data kinetika adsorpsi sehingga pada pengaplikasian dalam skala besar tidak perlu melakukan *trial and error*, serta mendapatkan persamaan kesetimbangan yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar massa adsorbat yang dapat diadsorpsi oleh adsorben. Isoterm langmuir yaitu isoterm yang hanya terjadi pada lapisan tunggal (monolayer) dan digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi, konstanta kesetimbangan, dan energi adsorpsi dengan membuat grafik hubungan antara konsentrasi adsorbat (Ce) dengan konsentrasi adsorbat per kapasitas adsorpsi (Ce/Qe) (Maghfiroh et al., 2017).



Gambar 3. Grafik model adsorpsi isoterm Langmuir

Pada grafik isoterm langmuir dihasilkan persamaan garis y = 0,0269x – 0,0003 dnegan nilai R2 = 1 maka diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 37,1747 mg/g. Isoterm freundlich mengasumsikan sistem adsorpsi di permukaan adsorben tidak merata pada adsorpsi multilayer dengan permukaan beragam dan digunakan untuk mengetahui afinitas (ukuran seberapa kuat molekul adsorbat teradsorpsi menuju permukaan adsorben) dan konstanta kesetimbangan. Persaman regresi linier isoterm freundlich dnegan memplotkan nilai log Ce terhadap log Qe.



Gambar 3.4 Grafik model adsorpsi isoterm freundlich

Pada grafik isoterm freundlich dihasilkan persamaan garis y = -0,0042x + 1,5701 dengan nilai R2 sebesar 0,9967 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,9903 L/mg. Pada penelitian adsorpsi arang aktif gambut fibrik terhadap zat warna methylene blue yang sesuai digunakan adalah isoterm langmuir berdasarkan dari hasil R2 yang didapatkan pada isoterm langmuir sebesar 1 dan isoterm freundlich sebesar 0,9967. Adsorpsi isotherm langmuir diasumsikan bahwa adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi kimia yang membentuk lapisan monolayer dan karbon aktif yang digunakan mempunyai luas permukaan yang sangat besar dan hanya dapat

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

menyerap satu molekul untuk tiap molekul adsorbennya, sehingga zat warna methylene blue sudah dapat teradsorpsi semua hanya dengan membentuk suatu lapisan dan setiap area permukaan memiliki energi yang sama. Pada adsorpsi kimia partikel terikat pada permukaan adsorben dengan membentuk ikatan kimia. Terjadinya ikatan kimia akan membentuk suatu lapisan monolayer pada permukaan adsorben (Cundari et al., 2016).

KESIMPULAN

Penyerapan zat warna methylene blue dengan menggunakan arang aktif dari gambut dengan memvariasikan waktu kontak dapat menurunkan zat warna tertinggi pada 60 menit dengan nilai akhir 0,2455 ppm, efisiensi adsorpsi sebesar 99,67%, dan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 3,7377 mg/g. Model adsorpsi yang sesuai dengan penyerapan zat warna methylene blue pada penelitian ini adalah metode adsorpsi isotherm Langmuir dengan nilai R2 sebesar 1.

DAFTAR PUSTAKA

Alif, R., Sari, K., Wirawan, T., & Sitorus, S. (2024). Adsorpsi Zat Warna Dari Air Limbah Industri Dengan Menggunakan Adsorben Dari Arang Aktif Serbuk Kulit Buah Lai (Durio Kutejensis (Hassk.) Becc.). Jurnal Atomik Jurusan Kimia FMIPA Unmul, 9(1), 1–8. https://doi.org/https://doi.org/10.30872/ja.v9i1. 1271

Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. Akta Kimia Indonesia, 5(2), 76. https://doi.org/10.12962/j25493736.v5i2.7791

Çatlıoglu, F., Akay, S., Turunç, E., Belgin, G., Anastopoulos, I., Kayan, B., & Kalderis, D. (2021). Preparation and Application of Fe- modified Banana Peel in the Adsorption of Methylene Blue : Process Optimization Using Response Surface Methodology.

Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 16(June). https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100517

Cundari, L., Yanti, P., & Syaputri, K. A. (2016). Pengolahan Limbah Cair Kain Jumputan Menggunakan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik. Jurnal Teknik Kimia, 22(3), 26-33. https://www.semanticscholar.org/paper/PENG OLAHAN-LIMBAH-CAIR-KAIN- JUMPUTAN-MENGGUNAKAN-Cundari- anti/3ffb44633fd87f1191166bca7dd9dc95740 2a1dd

Hanum, F., Gultom, R. J., & Simanjuntak, M. (2017). Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH Sebagai Aktivator. Jurnal Teknik Kimia USU, 6(1), 53.

Maghfiroh, L., Mahatmanti, F. W., & Kusumastuti, E. (2017). Adsorpsi Remazol Brilliant Blue Menggunakan Zeolit Yang Disintesis Dari Abu Layang Batubara. Indonesian Journal of Chemical Science, 6(1).

Maria, N., Trivena, I., Noraji, W. S. M., Dania, U., & Hartati, Y. (2021). Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kulit Singkong (Manihot Utilissila) sebagai Absorben zat Pewarna tekstil Methylene Blue. Bivalen : Chemical Studies Journal, 112.

Rha Hayu, L. D., Nasra, E., Azhar, M., & Etika, S. B. (2022). Adsorpsi Zat Warna Methylene BlueMenggunakan Karbon Aktif dari Kulit Durian (Durio zibethinus Murr.). Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP, 11(1), 8. https://doi.org/10.24036/p.v11i1.113349

Sari, M. F. P., Loekitowati, P., & Mohadi, R. (2017). Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket. Journal of Natural Resources and Environmental Management, 7(1), 37–40. https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.1.37

Sitoresmi, A. (2024). Pembuatan Arang Aktif dari Gambut dengan Aktivator Asam Fosfat.