

## ADSORPSI METHYLENE BLUE OLEH ARANG AKTIF: MINI REVIEW

### ADSORPTION OF METHYLENE BLUE BY ACTIVATED CHARCOAL: MINI REVIEW

Mulyana, Teguh Wirawan\*, Eva Marlina

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok No.4 Kampus Gunung Kelua Samarinda Kalimantan Timur

\*Corresponding author: [teguh.unmul.smd@gmail.com](mailto:teguh.unmul.smd@gmail.com)

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

#### ABSTRACT

Methylene blue is a cationic dye molecule which is quite dangerous for the body, one of which can cause irritation of the digestive tract if swallowed, cause cyanosis if inhaled, and cause skin irritation if touched. Adsorption is one of the separation methods most often used in most industries, because the process is easy, and the operating costs are also relatively cheap. Activated charcoal is widely used as an adsorbent material because it has high porosity and surface area and has good absorption capacity for organic and non-organic materials. In this research, a literature study has been carried out on the adsorption of methylene blue with activated charcoal adsorbent from various types of ingredients. There are various factors that can influence the adsorption ability of methylene blue by activated carbon, such as the type of original material, the type of activator used to include HCl, NaCl, KOH, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, as well as the temperature range for carbonation between 300-700°C. Adsorption parameters varied, such as pH between 4-9, contact time between 20-240 minutes, and adsorption capacity between 6.90-1614.968 mg/g.

**Keywords:** Methylene blue, Adsorption, Activated charcoal.

#### PENDAHULUAN

Dewasa ini, pembangunan di Indonesia mengalami kemajuan yang sangat cepat. Perkembangan ini diikuti oleh peningkatan dalam sektor industri. Kemajuan dalam bidang industri ini akan mempengaruhi jumlah dan kualitas limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut. Limbah industri memiliki potensi untuk menjadi sumber pencemaran lingkungan. Salah satu jenis limbah yang paling banyak dihasilkan oleh industri adalah limbah zat warna[1].

Zat warna merupakan suatu zat yang digunakan untuk memberikan berbagai warna yang diinginkan dalam bidang industri. Zat warna sendiri terbagi menjadi zat warna alami dan zat warna sintesis. Zat warna alami atau *pigmen* merupakan zat yang secara alami terdapat dalam ekstrak tanaman dan hewan. Sementara itu, zat warna sintesis yaitu zat warna yang dibuat oleh manusia dan berasal dari bahan kimia seperti *methylene blue* [2]. *Methylene blue* cukup berbahaya bagi tubuh salah satunya *methylene blue* dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan apabila tertelan, dapat menimbulkan sianosis jika terhirup, dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit jika tersentuh. Maka dari itu diperlukan cara untuk menanggulangi limbah dari *methylene blue* salah satunya dengan metode adsorpsi, yang merupakan metode umum dalam pengolahan limbah cair[3].

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk mengurangi dampak pencemaran oleh pewarna. Adsorpsi sendiri adalah proses perpindahan massa yang terjadi pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Proses ini terjadi karena adanya energi permukaan serta gaya tarik-menarik antar permukaan, dimana sifat masing-masing permukaan berbeda, bergantung pada susunan molekul-molekul zat tersebut. Penggunaan bahan berpori dalam adsorpsi telah terbukti cukup efektif dalam mengurangi bahan berbahaya dalam limbah. Salah satu bahan berpori yang digunakan adalah karbon aktif [4].

Arang aktif adalah material karbon yang memiliki luas permukaan spesifik yang besar, struktur berpori, dan permukaan fungsional yang dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Kemampuan arang aktif untuk menghilangkan logam dipengaruhi oleh pH

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



dan konsentrasi karbon. Peningkatan kadar karbon meningkatkan persentase adsorpsi arang aktif terhadap ion logam. Penggunaan arang aktif sangat penting dalam proses pemurnian air dan udara dan juga dapat mengadsorpsi logam seperti besi, tembaga, dan nikel, arang aktif dapat pula menghilangkan bau, warna dan rasa dalam larutan atau limbah air. [5].

Mini review ini bertujuan untuk melakukan studi kajian perbandingan hasil adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif dari berbagai jenis bahan pembuatnya, serta berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan adsorpsi *methylene blue* oleh karbon aktif.

## METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kajian literatur terhadap artikel-artikel yang berkaitan dengan adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif. Artikel-artikel tersebut diperoleh melalui platform online dan disederhanakan untuk memperoleh data yang lebih sederhana dan faktual.

Pada proses pengkajian, pengumpulan data dilakukan melalui pencarian kata kunci berupa "adsorpsi", "adsorpsi *methylene blue*", "isotrem adsorpsi" dan "arang aktif".

Daftar pustaka yang relevan digunakan oleh penulis sebagai sumber informasi lainnya dan sebagai penunjang dan informasi yang tercantum dalam penelitian ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon aktif adalah suatu bahan padat yang memiliki struktur berpori, yang dihasilkan dari pembakaran bahan yang mengandung karbon. Struktur pori-pori ini dapat dimanfaatkan sebagai agen penyerap (adsorben)[6]. Melalui proses tertentu yang disebut aktivasi, seperti perlakuan dengan tekanan dan suhu tinggi, karbon aktif dengan permukaan dalam yang luas dapat dihasilkan. Proses aktivasi karbon aktif dapat dilakukan melalui dua metode utama, yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika [1].

*Methylene blue* merupakan salah satu molekul zat warna kationik yang memiliki kemampuan berinteraksi dengan efektif terhadap adsorben, seperti arang aktif[7]. Kadar *methylene blue* yang diizinkan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Kep51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair, konsentrasi maksimum *methylene blue* yang diperbolehkan yaitu berkisar antara 5-10 mg/L [3].

### Adsorpsi

Adsorpsi metilen blue telah banyak dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dan menentukan luas permukaan pori karbon aktif. Oleh karenanya kemampuan mengadsorpsi metilen blue menjadi salah satu ukuran kualitas dari metilen blue yang dihasilkan di mana SNI mensyaratkan kemampuan minimal menyerap adalah 120 mg/g untuk serbuk karbon aktif [8].

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi daya adsorpsi suatu bahan yaitu diantaranya[9]:

1. Karakteristik fisik dan kimia dari adsorben, seperti luas permukaan, ukuran pori, kemampuan adsorpsi kimia, dan sebagainya.
2. Karakteristik kimia dari adsorbat, termasuk ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia, dan sebagainya.
3. Konsentrasi adsorbat dalam larutan.
4. Karakteristik larutan, seperti pH dan suhu.
5. Durasi waktu proses adsorpsi.

Aktivasi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memperbesar rongga-rongga permukaan karbon aktif setelah proses karbonisasi, di mana pada tahap awal luas permukaannya belum terlalu besar karena pori-porinya masih tersumbat. Sebagai akibatnya, kemampuan adsorpsi karbon aktif pada tahap awal masih tergolong rendah karena adanya pengotoran yang menempel pada permukaan pori-porinya [10].

Aktivasi dilakukan pada berbagai variasi konsentrasi. Tujuannya adalah pada konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya perombakan struktur dan pemutusan ikatan sehingga akan meningkatkan situs aktif yang dapat berinteraksi dengan adsorbat. Proses adsorpsi dapat terjadi jika

ada kesesuaian sifat antara adsorben dan adsorbat. Bila adsorben yang berinteraksi adalah sisi aktif berupa kation maka adsorpsi maksimal akan terjadi pada adsorbat yang berupa anion, ataupun sebaliknya [7].

Isoterm adsorpsi mencerminkan keseimbangan antara konsentrasi zat dalam fase cair dan konsentrasi zat pada partikel adsorben pada suhu tertentu. Adsorben yang berkualitas tinggi ditandai dengan kapasitas adsorpsi dan efisiensi yang tinggi [9].

### Parameter Adsorpsi

Pengaruh konsentrasi memainkan peran penting terhadap nilai kapasitas maksimum suatu adsorben. Hubungan antara konsentrasi awal zat warna dengan kapasitas adsorpsi juga diperlukan untuk menentukan model isoterm adsorpsi. Dua model isoterm adsorpsi digunakan, yaitu isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir [11].

Pengaruh pH memainkan peran penting selama terjadinya adsorpsi dan mempengaruhi kapasitas penyerapan zat warna oleh permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi tergantung pada pH larutan karena variasi pH menyebabkan variasi derajat ionisasi zat warna dan jenis muatan yang dominan pada permukaan adsorben. Keberadaan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) dan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) yang digunakan saat mengatur pH berpengaruh terhadap interaksi yang terjadi antara adsorben dengan molekul adsorbat. Oleh karena itu, perlu dipelajari pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan methylene blue [11].

Waktu kontak merupakan parameter penting dalam menentukan kondisi di mana proses adsorpsi mencapai keadaan setimbang. Variasi waktu dipelajari untuk mengetahui lama adsorpsi yang diperlukan untuk mendapatkan penyerapan zat warna terbesar. Waktu kontak mempengaruhi proses difusi dan penempelan molekul adsorbat yang terjadi pada permukaan adsorben pada saat adsorpsi berlangsung [12].

Setelah dilakukan pencarian dan penyaringan diperoleh 11 artikel [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22] yang sesuai dengan kriteria yaitu, artikel yang membahas tentang adsorpsi *methylene blue* menggunakan berbagai jenis bahan yang di jadikan arang aktif.

**Tabel 1.** Material karbon aktif dan kemampuan adsorpsi *methylene blue* di beberapa variasi kondisi

Bahan arang aktif	Suhu furnace	Aktivator	pH Optimum	Waktu optimum	Kapasitas adsorpsi maksimum	Referensi
tempurung kluwak	300	KOH			35,96 mg/g	[13]
karbon baggase dari ampas tebu	500		5	45	88,50 mg/g	[14]
bambu kuning	600	NaOH		100	8,23 mg/g	[15]
ampas tebu	500	NaOH	5	80	86,40 mg/g	[16]
Biochar Kulit Sagu	700	NaOH	9	60	6,90 mg/g	[17]
Pelepah kelapa sawit	400	HCl		20	9,7847 mg/g	[18]
kulit durian	320	NaOH	5		28,647 mg/g	[11]
Kulit Kelengkeng			4	120	69,0679 mg/g	[19]
ampas kopi	450	$\text{H}_2\text{SO}_4$	6	60	50 mg/g	[20]
tandan aren	700			90	105,666 mg/g	[21]
kulit nangka	350	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	6	30	96.07 mg/g	[22]

Berdasarkan tabel 1, berbagai material pembuatan arang aktif yang digunakan untuk mengadsorpsi *methylene blue*, dari beberapa artikel yang telah dikaji yang menunjukkan beberapa variasi kondisi optimum untuk penyerapan kapasitas adsorpsi pada kondisi maksimum, dimana pada suhu karbonasi memiliki rentang suhu antara 300 °C hingga 700 °C, dengan beberapa jenis larutan aktivator yang digunakan diantaranya HCl, NaCl, KOH, NaOH,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , yang mana tujuan dari

mengaktivasi ini adalah untuk memperbesar rongga-rongga permukaan karbon aktif setelah proses karbonisasi. Pada tabel 1 juga menunjukkan variasi optimum parameter pH antara pH 4,5,6, 9, dimana parameter pH ini dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi, selain itu pada tabel 1 juga menunjukkan parameter waktu optimum yang bervariasi antara 20, 30, 45, 60, 80, 90, 100 hingga 120 menit dan kapasitas adsorpsi maksimum yang di peroleh dari beberapa artikel yang telah di kaji menunjukkan rentang kaapsitas antara 6,90 mg/g hingga 105,666 mg/g, dengan menggunakan model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich.

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan pencarian dan penyaringan diperoleh 11 artikel yang sesuai dengan kriteria yaitu artikel yang membahas tentang adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif.

Kajian literatur dalam mini review ini bertujuan untuk membandingkan hasil adsorpsi methylene blue oleh karbon aktif dari berbagai jenis bahan pembuatnya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan adsorpsi. Parameter seperti pH, waktu kontak, dan konsentrasi zat warna dalam larutan memiliki peran penting dalam menentukan efektivitas adsorpsi.

Dalam kajian ini, beberapa artikel yang relevan telah disaringkan, menunjukkan variasi kondisi optimum untuk adsorpsi methylene blue. Variasi suhu karbonisasi, jenis larutan aktivator, pH larutan, dan waktu kontak telah diamati untuk mencapai kapasitas adsorpsi maksimum. Model isoterm Langmuir dan Freundlich digunakan untuk menganalisis data adsorpsi.

Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang proses adsorpsi methylene blue oleh karbon aktif dari berbagai bahan pembuatnya dapat memberikan pandangan yang lebih baik dalam pengelolaan limbah industri, sehingga dapat mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Latupeirissa, M. F. J. D. P. Tanasale, and S. H. Musa, "Kinetika Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Oleh Karbon Aktif Dari Kulit Kemiri (*Aleurites moluccana* (L) Willd)," *Indo. J. Chem. Res.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–21, 2018, doi: 10.30598//ijcr.2018.6-jol.
- [2] A. Wiraningtyas, Ruslan, H. Qubra, and A. Sry, "Uji Kestabilan Penyimpanan Ekstrak Zat Warna Alami dari Rumput Laut *Sargassum* sp.," *J. Pendidik. Kim. dan Terap.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [3] L. W. Hadayani, I. Riwayati, and R. D. Ratnani, "Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi," *Molecules*, vol. 11, no. 1, pp. 1–23, 2016.
- [4] E. W. Ibnu Hajar, R. S. Sitorus, N. Mulianingtias, and F. J. Welan, "EFEKTIVITAS ADSORPSI LOGAM Pb<sup>2+</sup> DAN Cd<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN MEDIA ADSORBEN CANGKANG TELUR AYAM," *Konversi*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.20527/k.v5i1.4771.
- [5] F. Aryani, "Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L)," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 2, p. 16, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i2.44743.
- [6] R. Septiana and S. Pascasarjana, "PEMANFAATAN KARBON AKTIF KULIT PISANG KEPOK ( *Musa paradisiaca* ) SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA CONGO RED DALAM LIMBAH PEMANFAATAN KARBON AKTIF KULIT PISANG KEPOK ( *Musa paradisiaca* ) SEBAGAI ADSORBEN," 2022.
- [7] M. Nitsae, H. R. L. Solle, S. M. Martinus, and I. J. Emola, "STUDI ADSORPSI METHYLENE BLUE TERHADAP ARANG AKTIF TEMPURUNG LONTAR (*Borassus flabellifer* L.) ASAL NUSA TENGGARA TIMUR," *J. Kim. Ris.*, vol. 6, no. 1, p. 46, 2021, doi: 10.20473/jkr.v6i1.24525.
- [8] A. Prasetyo, A. Yudi, and R. N. Astuti, "Dari Ban Bekas Dengan Variasi Konsentrasi," *Nutrino*, vol. 4, pp. 16–23, 2011, [Online]. Available: [https://www.academia.edu/5864363/ADSORPSI\\_METILEN\\_BLUE\\_PADA\\_KARBON\\_AKTIF\\_DARI\\_BAN\\_BEKAS\\_DENGAN\\_VARIASI\\_KONSENTRASI\\_NACL\\_PADA\\_SUHU\\_PENGAKTIFAN\\_600\\_O\\_C\\_DAN\\_650\\_O\\_C\\_Oleh](https://www.academia.edu/5864363/ADSORPSI_METILEN_BLUE_PADA_KARBON_AKTIF_DARI_BAN_BEKAS_DENGAN_VARIASI_KONSENTRASI_NACL_PADA_SUHU_PENGAKTIFAN_600_O_C_DAN_650_O_C_Oleh)
- [9] U. Meila Anggriani *et al.*, "KINETIKA ADSORPSI KARBON AKTIF DALAM PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN TIMBAL (Pb) KINETIC ADSORPTION OF ACTIVATED CARBON IN DECREASING CONCENTRATIONS OF COPPER (Cu) AND LEAD (Pb) METALS," *J. Kinet.*, vol. 12, no. 02, pp. 29–37, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- [10] S. Adi, M. Masthura, and A. H. Daulay, "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif

- Biji Durian,” *JISTech (Journal Islam. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 65–72, 2022, doi: 10.30829/jistech.v7i1.12090.
- [11] L. D. Rha Hayu, E. Nasra, M. Azhar, and S. B. Etika, “Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.),” *J. Period. Jur. Kim. UNP*, vol. 11, no. 1, p. 8, 2022, doi: 10.24036/p.v11i1.113349.
- [12] D. I. Hikmawati, “Studi Perbandingan Kinerja Serbuk dan Arang Biji Salak Pondoh (*Salacca zalacca*) pada Adsorpsi Metilen Biru,” *Chim. Nat. Acta*, vol. 6, no. 2, pp. 85–92, 2018.
- [13] H. Yuliani, E. Alwina, I. Ayu Ningsih Putri Zainal, I. Adriani Idris, H. Setiadi, and A. Musfira Adhar, “Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Tempurung Kluwak Teraktivasi KOH,” *J. Kim. dan Rekayasa*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [14] D. R. Indah, “Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Baggase Tanpa Aktivasi,” *J. Ilm. IKIP Mataram*, vol. 9, no. 1, pp. 50–58, 2022.
- [15] E. M. Mistar, C. Amni, I. Zein, M. Maulinda, T. M. Zulfikar, and I. Hasmita, “Adsorpsi Zat Pewarna Metilen Biru Menggunakan Karbon Berpori Teraktivasi NaOH,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 3, pp. 6468–6472, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i3.6352.
- [16] H. Hatimah, D. R. Indah, and I. K. Wardani, “Efisiensi Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Baggase Teraktivasi,” *Hydrog. J. Kependidikan Kim.*, vol. 10, no. 2, pp. 236–245, 2022, [Online]. Available: <http://ojs.ikipmataram.ac.id/index.php/hydrogen/>
- [17] H. Amelia, R. Fitria, and S. Sunardi, “Kajian Isoterm Adsorpsi Metilen Biru pada Biochar Kulit Sagu (*Metroxylon sagu*),” *Justek J. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, p. 135, 2023, doi: 10.31764/justek.v6i1.13746.
- [18] R. Achmad, S. Fauziah, and M. Zakir, “Pembuatan dan Modifikasi Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit (*Cocus nucifera* L.) Sebagai Adsorben Metilen Biru,” *Indones. J. Pure Appl. Chem.*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2021.
- [19] R. Harmaiyani, A. Amran, B. Oktavia, and D. Kurniawati, “Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif Kulit Kelengkeng (*Euphoria longan* lour ) Dengan Metode Batch,” vol. 12, no. 3, pp. 75–77, 2023.
- [20] Ernawati, I. Maflihah, I. Ubang, P. Natali Podung, W. Nurbaiti, and S. Lestari, “Adsorpsi Metilen Biru Dengan Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi,” *Pros. Semin. Nas. Kim.* , pp. 173–179, 2021.
- [21] N. Yanti, M. Anas, and R. Eso, “Pengaruh Variasi Ukuran Bulir dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Arang Tandan Aren Pada Iodium (I<sub>2</sub>) dan Metilen Blue (MB),” *J. Penelit. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, p. 78, 2020, doi: 10.36709/jipfi.v5i1.10541.
- [22] G. Hadisoebroto, L. Dewi, and H. N. Hanifah, “Efektivitas Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Nangka Sebagai Bioadsorben Logam Pb dari Limbah Industri Farmasi,” *J. Ilmu Alam dan Lingkungan.*, vol. 14, no. 1, pp. 8–16, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/j2>