

## ADSORPSI METHYLENE BLUE OLEH ARANG AKTIF BIJI BUAH LAI (*Durio kutejensis*)

### ADSORPTION OF METHYLENE BLUE DYE BY ACTIVATED CHARCOAL OF LAI (*Durio kutejensis*) FRUIT SEEDS

Mulyana, Teguh Wirawan \*, Eva Marliana

Jurusian Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

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

#### Article History

Submitted : 4 November 2024      Accepted: 30 July 2025

#### ABSTRACT

The research on the adsorption of methylene blue dye by activated charcoal of Lai (*Durio kutejensis*) fruit seeds has been conducted. The purpose of this study was to determine the optimum pH and time as well as the maximum adsorption capacity and isotherm type (Langmuir and Freundlich) of activated charcoal of Lai fruit seeds in adsorbing methylene blue dye. In this study, activated charcoal was made through a carbonation process at a temperature of 500 °C for 4 hours and was chemically activated by soaking in 2 M HCl for 24 hours. Characterization of activated charcoal was carried out using water content test, ash content, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectrum analysis, and Scanning Electron Microscopy (SEM). In Lai seed charcoal, the water content value was 8.97% and in Lai seed activated charcoal it was 8.27%, the ash content was 0.16% in lai seed charcoal and 0.09% in lai seed activated charcoal. The surface area of Lai seed charcoal and Lai seed activated charcoal obtained values of 72.201 m<sup>2</sup>/g and 80.230 m<sup>2</sup>/g respectively. The results of the FTIR spectra on lai seed activated charcoal showed the presence of C-H (1426.21 cm<sup>-1</sup>), C=C (1591.65 cm<sup>-1</sup>), C=O (1690.06 cm<sup>-1</sup>), O-H (3320.22 cm<sup>-1</sup>). Based on the results of SEM on lai seed charcoal, the particle surface looks rough and uneven, and has pores and a larger surface area. The adsorption of methylene blue follows the Freundlich isotherm model. The methylene blue adsorption test showed an optimum pH at 8, and an optimum time of 45 minutes with a maximum adsorption capacity of 32.69 mg/g.

**Keywords:** Adsorption, Activated Charcoal, Lai Fruit, Dye, Methylene Blue.

#### 1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia dewasa ini 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.<sup>1</sup>

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 sintetis. Zat warna alami atau *pigmen* merupakan zat yang secara alami terdapat dalam ekstrak tanaman dan hewan. Sementara itu, zat warna sintetis yaitu zat warna yang dibuat oleh manusia dan berasal dari bahan kimia seperti *methylene blue*. *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 kulit apabila tersentuh. Karena itu, kadar *methylene blue* yang diizinkan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair, konsentrasi maksimum *methylene blue* yang diizinkan yaitu berkisar

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



antara 5-10 mg/L. Maka dari itu diperlukan cara untuk menanggulangi limbah dari *methylene blue* salah satunya dengan metode adsorpsi, yang merupakan metode umum dalam pengolahan limbah cair.<sup>2</sup>

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk mengurangi dampak pencemaran oleh pewarna. Adsorpsi adalah proses perpindahan massa yang terjadi pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Proses ini terjadi dikarenakan 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.<sup>3</sup>

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 dan konsentrasi karbon. Peningkatan kadar karbon meningkatkan persentase adsorpsi arang aktif terhadap ion logam. Arang aktif berperan penting dalam pemurnian air dan udara, serta memiliki kemampuan untuk menyerap logam seperti tembaga, besi, dan nikel. Selain itu, arang aktif juga digunakan untuk menghilangkan bau, warna, dan rasa dari larutan atau limbah air. Selain itu, arang aktif juga dapat diproduksi dari berbagai sumber bahan baku yang melimpah, salah satunya dapat dihasilkan dari tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan yang dapat menghasilkan arang aktif adalah biji buah lai (*Durio kutejensis*).<sup>4</sup>

Lai, atau *Durio kutejensis*, adalah buah asli Kalimantan Timur yang jarang ditemukan di luar pulau Kalimantan. Penampilannya mirip durian, namun ukuran lai lebih kecil dan warna yang lebih kuning dibandingkan dengan durian. Kemiripan antara durian (*Durio zibethinus*) dan Lai (*Durio kutejensis*) telah dilaporkan oleh Santoso dan Saleh (2013) dengan tingkat kemiripan sebesar 31,8%.<sup>5</sup> Genisa dan Rasyid (1994) menyatakan bahwa, komposisi kimia yang terdapat dalam biji durian hampir sama dengan biji dari famili Bombacaceae lainnya. Komposisi dari biji durian yang masak mengandung kadar air 51,1 %, kadar lemak sebesar 0,2 %, kadar protein 1,5 %, dan kadar karbohidrat 46,2 %.<sup>6</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pembuatan dan karakteristik pada arang aktif dari biji buah lai (*Durio kutejensis*). Arang aktif biji buah lai digunakan sebagai adsorben *methylene blue*.

## 2. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu labu *Erlenmeyer*, blender, neraca analitik, *shaker*, ayakan 60 *mesh*, spatula, batang pengaduk, lumpang alu, botol vial, tanur, gelas kimia, labu ukur, *bulp*, pipet ukur, pipet volume, pH meter, spektrofotometer UV Vis, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

#### 2.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aquades, biji buah Lai (*Durio Kutejensis*), *n*-heksana, larutan HCl 2M, larutan NaOH, zat warna *methylene blue*, akuades, pH-meter, aluminium foil, plastik warp, kertas saring, kertas label, dan tisu.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1. Preparasi Sampel

Biji buah lai dipisahkan dengan daging buah lai. Biji buah lai dicuci menggunakan air hingga bersih. Biji buah lai dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering. Biji buah lai dihancurkan kecil-kecil. Serbuk kasar biji buah lai direndam dengan larutan *n*-heksana. Serbuk kasar biji buah lai di evaporasi. Serbuk kasar biji buah lai di blender hingga menjadi serbuk halus, serbuk biji buah lai diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*.

### 2.2.2. Karbonasi

Serbuk halus biji buah lai dibakar dalam tanur pada suhu 500°C selama 90 menit hingga terbentuk arang. Arang serbuk biji buah Lai didinginkan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

### 2.2.3. Aktivasi Secara Kimia

Sebanyak 30 g arang serbuk biji buah lai direndam dengan larutan HCl 2M. Arang aktif serbuk biji buah lai diaduk menggunakan *stirrer* selama 2 jam dan didiamkan selama 24 jam. Arang aktif serbuk biji buah lai diaduk kembali menggunakan *stirrer* dengan waktu selama 2 jam. Arang aktif serbuk biji buah lai dicuci dengan aquades hingga pH netral dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Arang aktif serbuk biji buah lai diayak kembali menggunakan ayakan 60 mesh.

### 2.2.4. Uji Karakterisasi

#### 2.2.4.1. Kadar Air

Sebanyak 1 g arang aktif serbuk biji buah lai dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Selanjutnya didinginkan selama 15 menit dalam desikator, kemudian ditimbang. Prosedur tersebut dilakukan berulang-ulang hingga mendapatkan berat konstan.<sup>7</sup> Perhitungan kadar air menggunakan **Persamaan 1**.

$$\text{Kadar Air} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad \text{Persamaan 1}$$

Keterangan:

a = Massa awal arang aktif (g)

b = Massa akhir arang aktif (g)

#### 2.2.4.2. Kadar Abu

Sebanyak 1 g arang aktif serbuk biji buah lai yang telah ditentukan kadar airnya, dibakar dalam tanur pada suhu 500°C selama ± 4 jam hingga terbentuk abu. Selanjutnya didinginkan selama 15 menit dalam desikator, lalu ditimbang.<sup>7</sup> Perhitungan kadar abu menggunakan **Persamaan 2**.

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad \text{Persamaan 2}$$

Keterangan:

a = Massa awal arang aktif (g)

b = Massa akhir abu (g)

#### 2.2.4.3. Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Arang aktif serbuk biji buah lai yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra red* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada permukaan adsorben.

#### 2.2.4.4. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Arang aktif serbuk biji buah lai yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan SEM untuk menentukan struktur permukaan serbuk biji buah lai.

### 2.2.5. Penentuan Panjang Gelombang

Larutan standar zat warna *methylene blue* 20 mg/L diukur absorbansinya menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 500-800 nm.

### 2.2.6. Penentuan Luas Permukaan

Arang aktif serbuk biji buah lai sebanyak 0,1 g, dimasukkan ke dalam 50 mL *methylene blue* 50 mg/L dan diaduk menggunakan *shaker* selama 30 menit. Campuran dipisahkan

dengan cara diendapkan dan filtratnya ditentukan konsentrasi *methylene blue* dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 665 nm berdasarkan<sup>8</sup> luas permukaan dapat dihitung menggunakan **Persamaan 3** berikut.

$$Xm = \frac{V \times C}{W}$$
$$\text{Luas Permukaan} = \frac{Xm \times N \times A}{Mr} \quad \text{Persamaan 3}$$

Keterangan:

Xm = Kapasitas adsorpsi (mg/g)

V = Volume larutan (L)

C = Konsentrasi *methylene blue* yang teradsorpsi (mg/L)

N = Bilangan avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$  molekul/mol)

A = Luas penampang *methylene blue* ( $197 \times 10^{-20}$  m<sup>2</sup>/molekul)

Mr = Massa relatif *methylene blue* (g/mol)

W = Berat adsorben(g)

### 2.2.7. Adsorpsi Terhadap Zat Warna *Methylene Blue*

#### 2.2.7.1. Variasi pH

Sebanyak 0,01 g arang aktif serbuk biji buah lai dimasukkan ke dalam 5 seri larutan *methylene blue* 20 mg/L sebanyak 25 mL yang sudah diatur pH nya yaitu 5, 6, 7, 8 dan 9. Campuran diaduk menggunakan *shaker* selama 30 menit. Campuran dipisahkan dengan cara diendapkan dan filtratnya ditentukan konsentrasi *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### 2.2.7.2. Variasi Waktu

Sebanyak 0,01 g arang aktif serbuk biji buah lai dimasukkan ke dalam 7 seri larutan zat warna *methylene blue* 20 mg/L yang sudah diatur pH optimum sebanyak 25 mL. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan variasi waktu yaitu 15, 30, 45, 60 dan 90 menit. Campuran dipisahkan dengan cara diendapkan dan filtratnya ditentukan konsentrasi *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### 2.2.7.3. Variasi Konsentrasi

Sebanyak 0,01 g arang aktif serbuk biji buah lai dimasukkan ke dalam 6 seri larutan zat warna *methylene blue* yang sudah diatur pH optimum sebanyak 25 mL dengan konsentrasi bervariasi yaitu 5, 10, 30, 50, 75 dan 100 mg/L. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan waktu optimum. Campuran dipisahkan dengan cara diendapkan dan filtratnya ditentukan konsentrasi *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Uji Karakterisasi Arang AKtif Biji Buah Lai

Pada penelitian ini, dilakukan karakterisasi arang aktif dari serbuk biji buah lai dengan tujuan untuk menilai kualitas arang aktif yang dihasilkan, sehingga dapat berfungsi dengan baik. Hasil karakterisasi arang biji lai dan arang aktif biji lai ditampilkan pada **Tabel 1**.

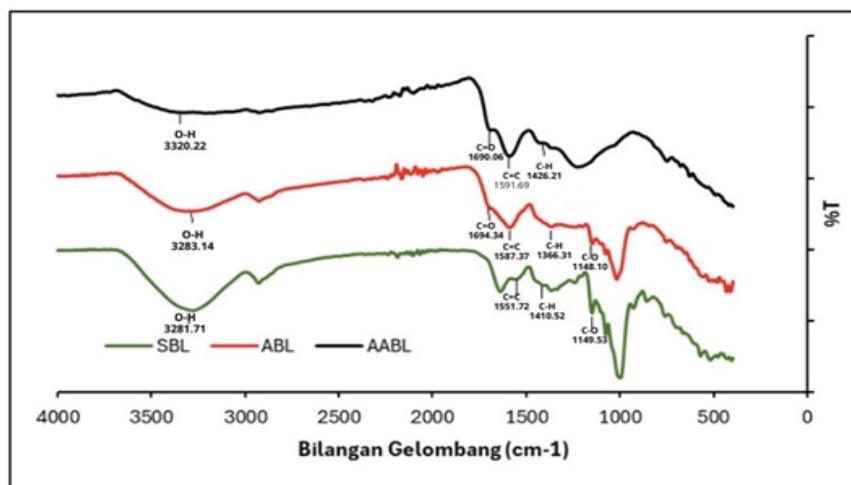
**Tabel 1.** Hasil karakterisasi arang biji lai dan arang aktif biji lai

Parameter	SNI	Arang	Arang Aktif
	06-3730-1995	Biji Lai	Biji Lai
Kadar Air	Maks. 15%	8,97%	8,27%
Kadar Abu	Maks. 10%	0,16%	0,09%
Luas Permukaan	Minimal 300 m <sup>2</sup> /g	72,201 m <sup>2</sup> /g	80,230 m <sup>2</sup> /g

Pengujian kadar air terhadap arang biji lai dan arang aktif biji lai bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air yang menutupi pori-pori pada arang aktif tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air pada arang biji lai adalah 8,97%, sedangkan pada arang aktif biji lai adalah 8,27%. Kedua nilai ini memenuhi standar SNI 06-3730-1995, yang menetapkan kadar air maksimal 15%. Semakin rendah kadar air menunjukkan bahwa semakin sedikit air yang tersisa dan menutupi pori-pori arang aktif, sehingga daya serap adsorben terhadap adsorbat meningkat.

Pengujian kadar abu pada arang biji lai dan arang aktif biji lai dilakukan untuk menentukan jumlah mineral yang tersisa dalam arang aktif. Hasil pengujian menunjukkan kadar abu pada arang biji lai adalah 0,16%, sementara pada arang aktif biji lai adalah 0,09%. Kedua nilai tersebut memenuhi standar dengan maksimum kadar abu sebesar 10%. Kandungan abu yang tinggi dapat mempengaruhi kemampuan arang aktif untuk menyerap zat warna karena mineral dalam abu dapat menyumbat pori-pori arang aktif, yang mengurangi luas permukaan arang aktif yang tersedia.

Pada penelitian ini, dilakukan karakterisasi terhadap serbuk biji lai, arang biji lai, dan arang aktif biji lai menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Tujuan dari karakterisasi ini adalah untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat di dalam arang aktif. Berikut adalah spektra yang dihasilkan dari analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Hasil spektra FTIR serbuk biji lai (SBL), arang biji lai (ABL), dan arang aktif biji lai (AABL).

Berdasarkan uji karakterisasi menggunakan FTIR pada **Gambar 1**, pada serbuk biji lai muncul bilangan gelombang  $1149,53\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus regangan C-O. Pada bilangan gelombang  $1410,52\text{ cm}^{-1}$  terindikasi adanya gugus C-H Bending. Pada bilangan gelombang  $1551,72\text{ cm}^{-1}$  terdeteksi adanya gugus aromatik C=C. Pada bilangan gelombang  $3281,71\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Pada arang biji lai ada beberapa puncak serapan yang bergeser dan beberapa puncak hilang karena proses karbonisasi membentuk karbon dengan temperatur tinggi. Akibat dari proses pemanasan yang tinggi, sehingga mengalami pergeseran pada bilangan gelombang serapan pada bilangan gelombang  $1148,10\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi regangan C-O. Pada bilangan gelombang  $1366,31\text{ cm}^{-1}$  terindikasi adanya gugus fungsi C-H Bending. Pada bilangan gelombang  $1587,37\text{ cm}^{-1}$  terdeteksi adanya gugus fungsi aromatik C=C. Pada bilangan gelombang  $1694,34\text{ cm}^{-1}$  terindikasi adanya regangan C=O. (Hayu *et al.*, 2022). Pada bilangan gelombang  $3283,14\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Peregangan C-O pada serbuk biji lai dan arang biji lai yang belum diaktivasi menunjukkan adanya senyawa organik alami, seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang mengandung ikatan C-O. Meskipun arang biji lai telah mengalami karbonisasi, masih terdapat sisa gugus organik yang belum sepenuhnya terurai.

Namun, ketika arang biji lai diaktifasi dengan HCl, gugus C-O dapat terurai atau hilang. Aktivasi kimiawi dengan asam kuat seperti HCl membersihkan permukaan material, menghilangkan senyawa volatil, serta meningkatkan luas permukaan dan jumlah pori-pori arang.<sup>11</sup>

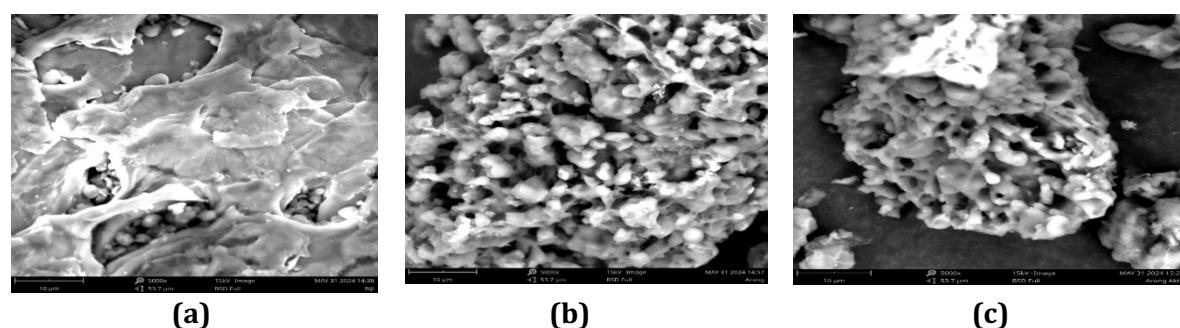
Berikut hasil Spektra FTIR serbuk biji lai, arang biji lai, dan arang aktif biji lai dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil gugus fungsi serbuk biji lai, arang biji lai, dan arang aktif biji lai

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )				Literatur
	Serbuk Biji Lai	Arang Biji Lai	Arang Aktif Biji Lai		
Regangan C-O	1149,53	1148,1	-		1020-1150 <sup>11</sup>
C-H Bending	1410,52	1366,31	1426,21		1300-1475 <sup>12</sup>
Aromatik C=C	1551,72;	1587,37	1591,65		1500-1675 <sup>11</sup>
Regangan C=O	-	1694,34	1690,06		1650-1900 <sup>12</sup>
O-H	3281,71	3283,14	3320,22		3200-3600 <sup>13</sup>

Pada arang aktif biji lai Pada bilangan gelombang 1426,21 cm<sup>-1</sup> terindikasi adanya gugus fungsi C-H Bending. Pada bilangan gelombang 1591,65 cm<sup>-1</sup> terdeteksi adanya gugus fungsi aromatik C=C. Pada bilangan gelombang 1690,06 cm<sup>-1</sup> terindikasi adanya gugus fungsi regangan C=O. Pada bilangan gelombang 3320,22 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. serapan pada daerah bilangan gelombang 1694,34 cm<sup>-1</sup> pada arang biji lai dan serapan pada daerah bilangan gelombang 1690,06 cm<sup>-1</sup> pada arang aktif biji lai menunjukkan gugus C=O merupakan gugus khas dari arang aktif.<sup>14</sup>

Dalam penelitian ini, dilakukan karakterisasi menggunakan SEM untuk mengamati morfologi permukaan pada serbuk biji lai, arang biji lai, dan arang aktif biji lai. Berikut ini adalah hasil karakterisasi SEM yang ditampilkan pada **Gambar 2**.



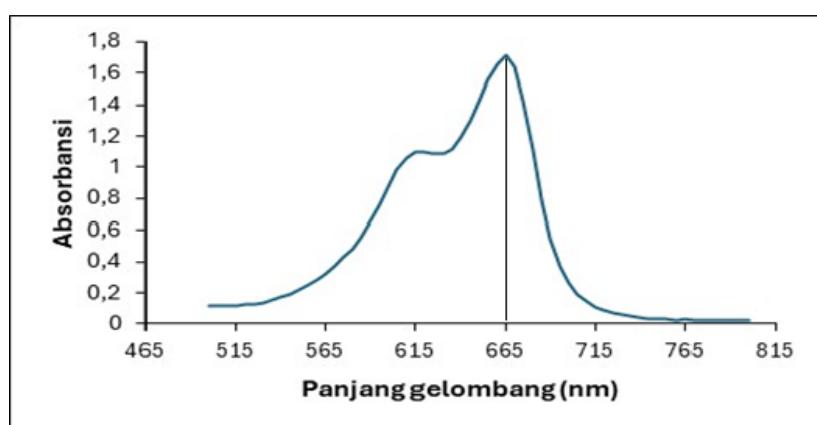
**Gambar 2.** Hasil karakterisasi SEM (a) serbuk biji lai (b) arang biji lai (c) arang aktif biji lai, perbesaran 5000x

Berdasarkan hasil analisis SEM dengan perbesaran 5000x pada **Gambar 2(a)** menunjukkan permukaan yang kasar dan tidak beraturan dengan pori-pori atau celah yang cukup besar. Struktur permukaan ini kemungkinan menunjukkan adanya aglomerasi partikel atau pembentukan matriks yang tidak seragam. Partikel yang terlihat dapat berupa partikel tunggal atau aglomerat dari senyawa. Struktur ini menunjukkan bahwa biji buah lai memiliki morfologi yang tidak homogen. Pada **Gambar 2(b)** menunjukkan partikel permukaan yang terlihat kasar dan tidak rata adalah indikator bahwa arang aktif fisika serbuk biji lai telah melalui proses aktivasi (biasanya dengan bahan kimia atau fisika) yang menghasilkan banyak

pori-pori internal. Pada **Gambar 2(c)** pada permukaannya telihat kasar dan tidak rata, dan memiliki pori-pori yang lebih besar dari pada serbuk biji lai dan arang biji lai yang belum diaktifkan secara kimia. Hal ini dikarenakan terdapat pengaruh dari proses pembakaran dengan suhu tinggi dan aktivasi menggunakan larutan HCl sehingga menyebabkan senyawa-senyawa organik lainnya yang menempel pada permukaan arang terurai.<sup>15</sup>

### 3.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mengetahui absorbansi tertinggi untuk mengukur larutan zat warna *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada tahap selanjutnya. Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan mengukur nilai absorbansi larutan *methylene blue* dengan konsentrasi 50 mg/L pada panjang gelombang 500-800 nm. Grafik hubungan antara panjang gelombang maksimum dan absorbansi *methylene blue* disajikan pada **Gambar 3**. Berdasarkan **Gambar 3**, panjang gelombang maksimum untuk larutan zat warna *methylene blue* berada pada panjang gelombang 665 nm.



**Gambar 3.** Grafik panjang gelombang maksimum terhadap absorbansi zat warna *methylene blue*

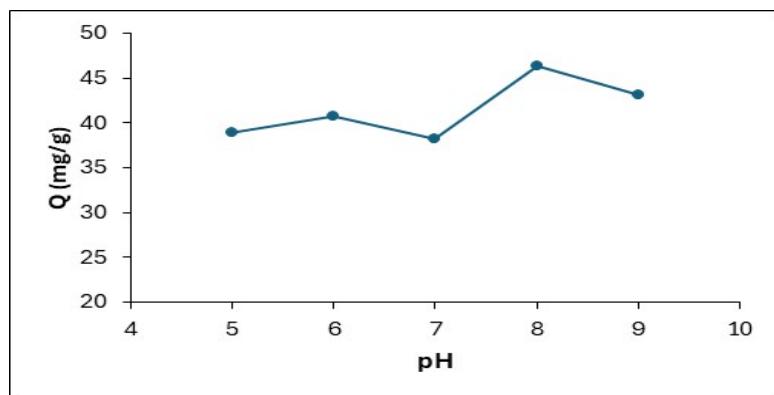
### 3.3 Penentuan Luas Permukaan

Penentuan luas permukaan dengan metode *methylene blue* dilakukan pada arang biji lai dan arang aktif biji lai untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap zat warna *methylene blue*. Hasil penentuan luas permukaan pada arang biji lai yaitu sebesar 72,201 m<sup>2</sup>/g sedangkan hasil luas permukaan pada arang aktif biji lai diperoleh yaitu sebesar 80,230 m<sup>2</sup>/g. Luas permukaan arang aktif biji lai lebih besar dibandingkan arang biji lai, hal ini dikarenakan dengan adanya aktivasi menggunakan larutan HCl dapat melarutkan zat pengotor sehingga pori-pori yang lebih besar.<sup>16</sup>

### 3.4 Adsorpsi Terhadap Zat Warna *Methylene Blue*

#### 3.4.1 Penentuan pH Optimum

Dalam penelitian ini, uji variasi pH larutan *methylene blue* bertujuan untuk menentukan pH optimum dalam proses adsorpsi zat warna *methylene blue* oleh arang aktif biji lai. Hasil dari variasi pH terhadap adsorpsi zat warna *methylene blue* oleh arang aktif ini dapat dilihat pada **Gambar 4**. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 4**, pH optimum untuk arang aktif serbuk biji buah lai dalam mengadsorpsi zat warna *methylene blue* dengan 20 mg/L adalah pH 8 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 46,33 mg/g.

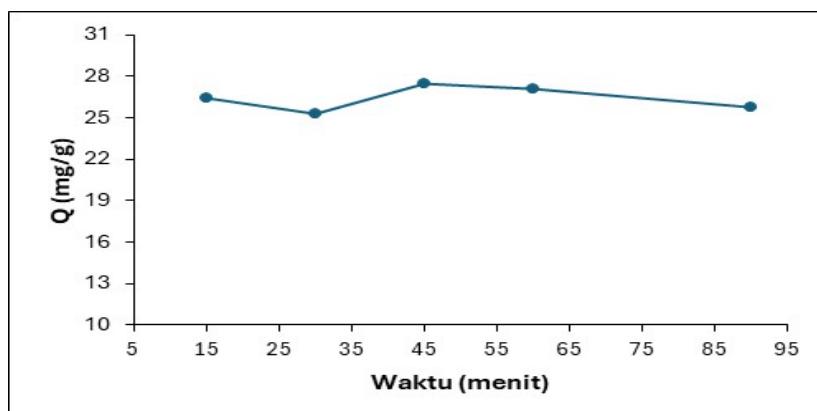


**Gambar 4.** Variasi pH terhadap kapasitas adsorpsi zat warna methylene blue oleh arang aktif biji buah lai

Penyerapan pada pH 5 hingga pH 8 mengalami peningkatan karena permukaan adsorben cenderung terionisasi, melepaskan ion  $H^+$ , sehingga permukaan adsorben menjadi bermuatan negatif.<sup>17</sup> Adsorpsi optimal pada arang aktif yang teraktivasi secara kimia dari arang aktif biji buah lai terjadi pada pH 8, sementara pada pH 5, penyerapan relatif lebih rendah. Pada pH yang rendah, adsorpsi lebih kecil karena keberadaan ion  $H^+$  dari larutan mencegah interaksi antara zat warna dengan gugus aktif di permukaan adsorben. Peningkatan penyerapan ini terjadi karena adanya interaksi elektrostatik antara permukaan arang aktif yang teraktivasi dengan zat warna.

#### 3.4.2. Penentuan Waktu Optimum

Dalam penelitian ini dilakukan uji variasi waktu yang bertujuan untuk mengetahui waktu optimum yang diperlukan arang aktif serbuk biji buah lai untuk mengadsorpsi zat warna *methylene blue*. Hasil dari variasi waktu terhadap adsorpsi zat warna *methylene blue* oleh arang aktif ini dapat dilihat pada **Gambar 5**.



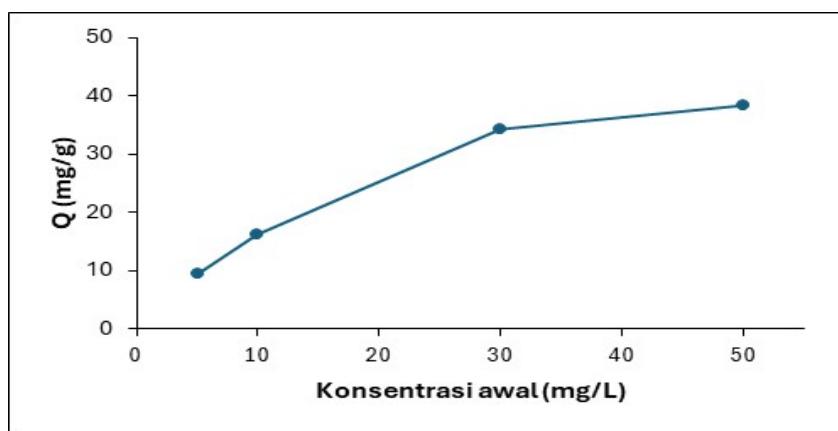
**Gambar 5.** Grafik variasi waktu terhadap kapasitas adsorpsi methylene blue oleh arang aktif serbuk biji buah lai

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 5**, waktu optimum yang diperoleh dari adsorben arang aktif serbuk biji buah lai dalam mengadsorpsi zat warna *methylene blue* terjadi pada waktu optimum 45 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 27,48 mg/g. Dimana semakin lama waktu kontak yang diberikan, semakin besar pula persentase adsorpsi *methylene blue*.<sup>10</sup> Ini terbukti dari peningkatan adsorpsi pada arang aktif serbuk biji buah lai dari waktu kontak 15 menit hingga 45 menit. Pada awalnya, banyak sisi aktif adsorben yang belum terisi, sehingga larutan cenderung terserap lebih banyak karena gugus aktif pada adsorben belum berinteraksi secara optimal. Seiring berjalanannya waktu, semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi karena partikel adsorben memiliki lebih banyak kesempatan

untuk berinteraksi dengan adsorbat. Namun, pada menit ke-45 hingga 90, terjadi penurunan adsorpsi pada arang aktif serbuk biji buah lai. Waktu kontak yang terlalu lama dapat menyebabkan desorpsi, yaitu pelepasan zat warna yang telah terikat oleh adsorben. Dimana setelah adsorpsi mencapai kesetimbangan pada waktu kontak optimal, penambahan waktu kontak lebih lanjut tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penyerapan zat warna. Interaksi yang terlalu lama antara zat warna dan adsorben dapat menyebabkan zat warna kembali terlepas ke dalam larutan, yang pada akhirnya mengurangi daya serap adsorben.

### 3.4.3. Variasi Konsentrasi Zat Warna Methylene Blue

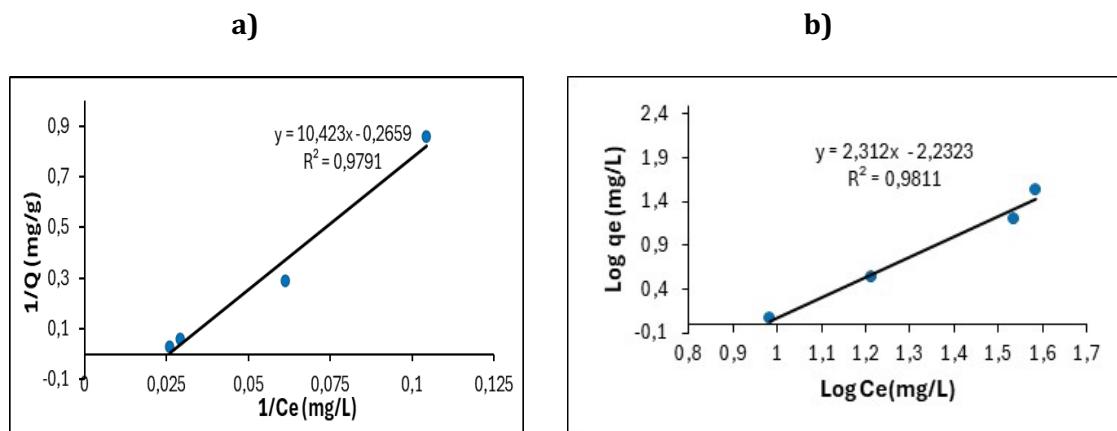
Pada penelitian ini dilakukan penentuan kapasitas adsorpsi zat warna *methylene blue* dengan menggunakan variasi konsentrasi untuk mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif serbuk kulit buah lai terhadap zat warna *methylene blue*. Berikut grafik variasi konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi zat warna *methylene blue* pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Kapasitas Grafik variasi konsentrasi zat warna methylene blue terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif serbuk biji buah lai.

Berdasarkan **Gambar 6**, terlihat bahwa kapasitas adsorpsi zat warna *methylene blue* meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi *methylene blue* yang digunakan. Ketika konsentrasi awal *methylene blue* dinaikkan dari 5 mg/L menjadi 50 mg/L, kapasitas adsorpsi juga mengalami peningkatan. Peningkatan kapasitas adsorpsi terjadi karena semakin banyaknya *methylene blue* yang terserap dari larutan dan terikat secara fisika pada permukaan adsorben. Kapasitas penyerapan maksimum tercapai pada konsentrasi 50 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 38,39 mg/g dan persentase penyerapan 30,71%. Dimana peningkatan kapasitas adsorpsi ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah ion *methylene blue* yang terikat pada sisi aktif adsorben arang aktif serbuk biji buah lai.<sup>10</sup> Hal ini menunjukkan bahwa jumlah ion yang teradsorpsi berbanding lurus dengan jumlah sisi aktif yang tersedia pada adsorben. Pada konsentrasi 30 mg/L terjadi sedikit kenaikan kapasitas adsorpsi, hal ini diduga karena sisi aktif dari adsorben sudah mulai jenuh.

Isoterm adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah isoterm Langmuir dan Freundlich. Kurva yang dihasilkan dari isoterm Langmuir dan Freundlich untuk adsorpsi zat warna *methylene blue* oleh arang aktif serbuk biji buah lai yang didasarkan pada persamaan regresi dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. a) Kurva Isoterm Langmuir dan b) kurva isoterm Freundlich

Berdasarkan **Gambar 7**, terlihat bahwa hasil isoterm adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif serbuk biji buah lai isoterm Langmuir menunjukkan nilai  $R^2$  sebesar 0,9791 dan untuk isoterm Freundlich menunjukkan nilai  $R^2$  sebesar 0,9811. Proses adsorpsi *methylene blue* ini lebih sesuai dengan model isoterm Freundlich, karena nilai  $R^2$ -nya lebih besar dibandingkan dengan model isoterm Langmuir. Model persamaan isoterm Freundlich menggambarkan bahwa ada lebih dari satu lapisan permukaan dan sifat permukaan yang heterogen, yang menyebabkan perbedaan energi ikatan pada setiap sisi lapisan permukaan tersebut.<sup>18</sup>

#### 4. KESIMPULAN

Hasil karakterisasi dari arang aktif biji lai diperoleh yaitu pada kadar air 8,27%, kadar abu 0,09%, dan luas permukaan 80,230 m<sup>2</sup>/g. Pada FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C=C, C=O, C-O dan C-H dan pada SEM permukaannya telihat kasar dan tidak rata, dan memiliki pori-pori serta luas permukaannya lebih besar. Kondisi optimum adsorpsi *methylene blue* menunjukkan pH optimum pada pH 8 dan waktu optimum 45 menit dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 32,69 mg/g dengan mengikuti model Isoterm Freundlich.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Latupeirissa J, Tanasale MFJDP, Musa SH. Kinetika Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Oleh Karbon Aktif Dari Kulit Kemiri (*Aleurites moluccana* (L) Willd). *Indo J Chem Res.* **2018**;6(1):12-21. doi:10.30598//ijcr.2018.6-jol
- Hadayani Lilik Wuri, Riwayati I, Ratnani Rita Dwi. Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *J Momentum.* **2015**;11(1):19-23.
- Ibnu Hajar, Erna Wati, Sitorus RS, Mulianingtias N, Welan FJ. Efektivitas Adsorpsi Logam Pb<sup>2+</sup> Dan Cd<sup>2+</sup> Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. *Konversi.* **2018**;5(1):1. doi:10.20527/k.v5i1.4771
- Hikmawati DI. Studi Perbandingan Kinerja Serbuk dan Arang Biji Salak Pondoh (*Salacca zalacca*) pada Adsorpsi Metilen Biru. *Chim Nat Acta.* **2018**;6(2):85-92.
- Fiqtinovri SM, Benita AM, Marseno DW, Pranoto Y. Sifat Fisik, Amilograf, dan Morfologi Pati Biji Lai (*Durio kutejensis*) Asetilasi Menggunakan Asetat Anhidrat. *agriTECH.* **2020**;40(1):74. doi:10.22146/agritech.33809
- Lestari I, Yesica NT, Farid F. Amobilisasi Biji Durian (*Durio zibethinus*) Dalam Ca-Alginat Sebagai Biosorben Zat Warna Metilen Biru. *Chempublish J.* **2019**;4(1):19-29. doi:10.22437/chp.v4i1.6900
- Juvita AE, Teguh W, Alimuddin. Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Arang Aktif Untuk Adsorben Rhodamin B. *Kim FMIPA UNMUL.* **2020**;18:1.
- Mulyati SS, Pujiono P, Prijanto TB, Fikri E. Analisis Kualitas Batu-bata Bersumber

- Bahan Tambahan Sampah Serbuk Gergaji dalam Berbagai Variasi Berat. *J Kesehat Lingkung Indones.* **2017**;16(2):46. doi:10.14710/jkli.16.2.46-50
9. Oliviani N, Wirawan T, Sitorus S. Adsorpsi Zat Warna Tekstil Ungu Dari Air Limbah Industri Rumah Tangga Sarung Tenun Samarinda Seberang Dengan Menggunakan Serbuk Kulit Buah Lai. *J At.* **2023**;08(2):43-49.
10. Rha Hayu LD, Nasra E, Azhar M, Etika SB. Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.). *J Period Jur Kim UNP.* **2022**;11(1):8. doi:10.24036/p.v11i1.113349
11. Efiyanti L, Wati SA, Maslahat M. Pembuatan dan Analisis Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Proses Kimia dan Fisika. *J Ilmu Kehutan.* **2020**;14(1):94. doi:10.22146/jik.57479
12. Dachriyanus. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskop. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas;* **2004**.
13. Yusoff AHM, Salimi MN, Jamlos MF. Synthesis and characterization of biocompatible Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles at different pH. *AIP Conf Proc.* **2017**;1835:1-5. doi:10.1063/1.4981832
14. Anggriani UM, Hasan A, Purnamasari I. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb). *J Kinet.* **2021**;12(02):29-37. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
15. Adi S, Masthura M, Daulay AH. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Biji Durian. *JISTech (Journal Islam Sci Technol.)* **2022**;7(1):65-72. doi:10.30829/jistech.v7i1.12090
16. Huda S, Ratnani RD, Kurniasari L. Karakterisasi Karbon Aktif Dari Bambu Ori (Bambusa Arundinacea) Yang Di Aktivasi Menggunakan Asam Klorida (HCl). *J Inov Tek Kim.* **2020**;5(1). doi:10.31942/inteka.v5i1.3397
17. Ernawati, Mafliah I, Ubang I, Natali Podung P, Nurbaiti W, Lestari S. Adsorpsi Metilen Biru Dengan Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Pros Semin Nas Kim* . Published online **2021**:173-179.
18. Wijayanti IE, Kurniawati EA. Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Abu Gosok sebagai Adsorben. *EduChemia (Jurnal Kim dan Pendidikan).* **2019**;4(2):175. doi:10.30870/educhemia.v4i2.6119.