

ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMINE B MENGGUNAKAN SERBUK KULIT BUAH LAI (*Durio kutejensis* (Hassk.) Becc.) SEBAGAI ADSORBEN

ADSORPTION OF RHODAMINE B DYE USING LAI FRUIT PEEL POWDER (*Durio kutejensis* (Hassk.) Becc.) AS ADSORBENT

Risna Fitriani Sam, Teguh Wirawan*, Abdul Aziz

Jurusan 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

Article History

Submitted : 09 July 2024

Accepted: 23 August 2024

ABSTRACT

Rhodamine B dye, which is widely used in the textile industry, has the potential to reduce environmental quality because it is difficult to decompose and makes it a toxic substance. Therefore, textile industry waste must be processed first before being released into the environment, for example through an adsorption process. In this research, the adsorbent was made from Lai fruit peel powder and the optimum conditions and performance of the adsorbent were determined based on the optimum pH, optimum time, adsorption capacity, type of isotherm (Langmuir or Freundlich), and adsorption thermodynamics. The adsorbent was made by washing the lai fruit peel powder repeatedly using boiling distilled water until the filtrate was colorless, then heating, crushing and sifting with a 60 mesh sieve. Lai fruit peel powder was chemically activated by soaking in 2 M HCl solution for 24 hours. The FT-IR spectrum of Lai fruit peel powder shows the presence of C-O, C=C, C-H, and O-H stretching vibration groups. Based on Scanning Electron Microscopy (SEM), activated lai fruit peel powder shows more open pores. The absorption value was determined using a UV-Vis spectrophotometer. The optimum conditions for adsorption of rhodamine B dye occur at pH 5, contact time 75 minutes, maximum adsorption capacity of 118.5422 mg/g following the Freundlich isotherm adsorption pattern and adsorption occurs physically.

Keywords: Adsorption, Lai Fruit Peel, Rhodamine B.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Bentuk geografis dan iklim tropis yang ada di Indonesia mendukung baik tumbuhnya beraneka macam tumbuhan khususnya seperti buah-buahan tropis. Salah satu contoh buah-buahan tropis yang melimpah ruah di Indonesia adalah buah lai. Buah lai mirip dengan buah durian karena kedua buah tersebut masih satu famili. Buah lai merupakan tumbuhan khas yang diberikan nama oleh penduduk asli Kalimantan Timur.¹

Pada buah lai hanya sekitar 20-35% bagian daging yang dapat dikonsumsi, bagian lain yang tidak dimanfaatkan seperti pada biji 5-15% dan kulitnya mencapai 60-75%.² Tingginya bagian yang tidak dimanfaatkan menjadikannya limbah yang dapat mencemari lingkungan.³ Pada kulit durian mengandung selulosa sebesar 60,45%, hemiselulosa sebesar 13,09% dan lignin sebesar 15,45%. Tingginya kadar selulosa tersebut dapat diindikasikan untuk mengubah bahan tersebut agar lebih bermanfaat contohnya sebagai adsorben untuk menyerap logam ataupun zat warna.⁴

Zat warna dalam suatu industri tekstil menghasilkan jumlah yang sangat banyak sehingga menjadikannya sumber utama adanya limbah zat warna, hal ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Dimana beberapa zat warna ada

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



yang susah terurai dan menjadikannya zat yang beracun. Salah satu zat warna yang sering terdapat pada limbah industri dan digunakan pada pewarna tekstil adalah *rhodamine B*.⁵ *Rhodamine B* merupakan salah satu zat warna yang relatif murah jika dibandingkan dengan pewarna lainnya. Senyawa ini memiliki sifat kationik, mudah larut didalam air serta sering digunakan dalam bidang kimia, maupun industri pewarnaan. Jika penggunaan senyawa tersebut terlalu berlebihan maka akan menyebabkan efek sistematik pada perubahan darah dan dapat menyebabkan muntah, mual dan pusing dan jika adanya senyawa tersebut pada perairan yang melewati ambang batas maka akan sangat berbahaya bagi biota air.⁵

Penanggulangan masalah zat warna pada limbah cair dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya yaitu dengan menggunakan metode adsorpsi.⁶ Dibandingkan dengan metode yang lain adsorpsi memiliki beberapa kelebihan diantaranya mudah penanganannya, sederhana, ekonomis, efisien, dapat didaur ulang serta tidak memberikan efek samping yang membahayakan bagi kesehatan.⁵ Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah kulit buah lai sebagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna *rhodamine B*. Sehingga diharapkan penelitian ini menjadi salah satu metode pemanfaatan limbah kulit buah lai dalam mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan dari zat warna *rhodamine B*.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, pisau, oven, neraca analitik, vacuum, *shaker*, ayakan 60 *mesh*, peralatan gelas, spatula, batang pengaduk, lumpang, alu, botol vial plastik, pH meter, Spektrofotometer UV-Vis Orion AquaMate 8100, *Fourier Transform Infra red* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Thermo Fisher Scientific Phenom P-Series Series number MVE086679-60391-S Netherlands manufactured.

2.1.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serbuk kulit buah lai, zat warna *rhodamine B*, HCl, NaOH, akuades, *aluminium foil*, *plastik warp*, kertas saring.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1. Preparasi Sampel

Kulit buah lai dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering. Kulit buah lai dipotong kecil-kecil. Kulit buah lai dihaluskan hingga menjadi serbuk halus. Serbuk kulit buah lai diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*. Serbuk kulit buah lai dicuci dan divakum berulang kali menggunakan akuades mendidih hingga menghasilkan filtrat tidak berwarna. Serbuk kulit buah lai dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C hingga kering. Serbuk kulit buah lai digerus dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*.

2.2.2. Aktivasi Secara Kimia

Serbuk kulit buah lai direndam dengan larutan HCl 2 M. Serbuk kulit buah lai diaduk menggunakan *stirrer* selama 2 jam dan didiamkan selama 24 jam. Serbuk kulit buah lai diaduk menggunakan *stirrer* selama 2 jam dan disaring. Serbuk kulit buah lai dicuci dengan akuades hingga pH sama dengan pH aquades. Serbuk kulit buah lai dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Serbuk kulit buah lai digerus dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*.

2.2.3. Adsorpsi terhadap Zat Warna *Rhodamine B* pada Penentuan pH Optimum, Waktu Optimum, Konsentrasi dan Termodinamika Adsorpsi

Serbuk kulit buah lai ditimbang sebanyak 0,01 g. Serbuk kulit buah lai dimasukkan ke dalam 25 mL larutan zat warna *Rhodamine B* 20 mg/L pada masing-masing variasi pH yaitu 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 dengan menggunakan larutan HCl dan NaOH dan di *shaker* selama 30 menit. Kemudian pada variasi waktu digunakan pH optimum dan di *shaker* selama 5, 10, 30, 45, 60, 75, 90, dan 120 menit. Kemudian pada variasi konsentrasi digunakan pH optimum dan

waktu optimum dengan masing-masing konsentrasi sebesar 5, 10, 15, 25, 50, 150, 350, dan 500 mg/L. Dilakukan prosedur yang sama pada termodinamika adsorpsi digunakan pH optimum dan waktu optimum dengan variasi suhu 30, 40, 50°C. Larutan dipisahkan menggunakan kertas saring. Filtrat ditentukan konsentrasi dengan Spektrofotometer Uv-Vis.

2.3 Analisis Data

2.3.1. Penentuan Luas Permukaan Dengan Methylene Blue

Serbuk kulit buah lai ditimbang sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam 50 mL *methylene blue* 50 mg/L dan diaduk menggunakan *shaker* selama 30 menit. Campuran dipisahkan menggunakan kertas saring dan filtratnya ditentukan konsentrasi zat warna *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Berdasarkan Mulyati, dkk (2017), luas permukaan zat warna dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1** dan **2**.⁷

$$X_m = \frac{V \times C}{W} \quad \text{Persamaan 1}$$

$$s = \frac{X_m \times N \times a}{M_r} \quad \text{Persamaan 2}$$

Keterangan:

- s = Luas permukaan (m²/g)
- X_m = Kapasitas adsorpsi (mg/g)
- V = Volume larutan (L)
- C = Konsentrasi *methylene blue* yang teradsorpsi (mg/L)
- W = Berat adsorben (g)
- N = Bilangan avogadro (6,022x10²³ mol⁻¹)
- a = Luas penampang *methylene blue* (197x10⁻²⁰ m²/molekul)
- M_r = Massa molekul relatif *methylene blue* (320,5 g/mol)

2.3.2. Penentuan pH dan Waktu Optimum Zat Warna Rhodamine B

pH optimum dan waktu optimum adalah nilai pH dan waktu yang memiliki kapasitas adsorpsi yang paling besar. Ditentukan kapasitas adsorpsi dengan menggunakan **Persamaan 3**.⁸

$$Q = \frac{(C_o - C_e) V}{m} \quad \text{Persamaan 3}$$

Keterangan:

- Q = Kapasitas adsorpsi (mg/g)
- m = Massa adsorben (g)
- V = Volume larutan (L)
- C_o = Konsentrasi awal (mg/L)
- C_e = Konsentrasi akhir (mg/L)

2.3.3. Variasi Konsentrasi Zat Warna Rhodamine B

Penentuan isoterm adsorpsi Langmuir dapat ditentukan dengan membuat grafik antara 1/C_e (sumbu x) dan C_e/q_e (sumbu y) dengan slope 1/q_m dan isoterm adsorpsi Freundlich dapat ditentukan dengan membuat grafik antara Log C_e (sumbu x) dan Log q_e (sumbu y) dengan slope 1/n. Isoterm yang sesuai dapat dilihat dari nilai R² yang lebih besar. Berdasarkan Zubaidah, dkk. (2017), adapun persamaan isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich disajikan pada **Persamaan 4** dan **5**.⁹

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{bq_m} + \frac{C_e}{q_m} \quad \text{Persamaan 4}$$

Keterangan :

- C_e = konsentrasi kesetimbangan (mg/L)
- q_e = jumlah zat terserap per gram adsorben (mg/g)

q_m = kapasitas adsorpsi (mg/g)
 b = konstanta Langmuir (L/mg)

$$\log q_e = \log KF + \frac{1}{n} \log C_e \quad \text{Persamaan 5}$$

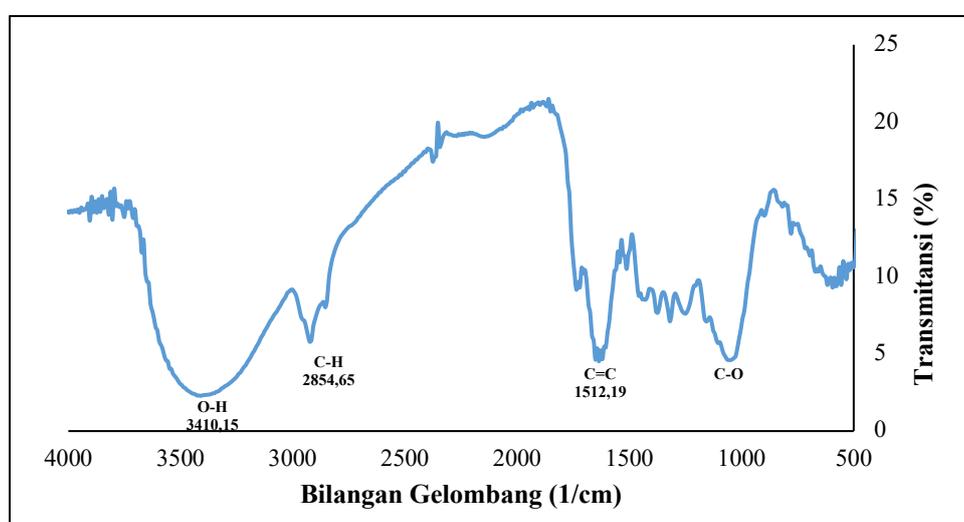
Keterangan :

q_e = berat zat yang diadsorpsi per gram adsorben (mg/g)
 C_e = konsentrasi zat (mg/L)
 K_F = kapasitas adsorpsi (mg/g)
 n = konstanta Freundlich (mg/g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Hasil Karakterisasi *Fourier Transform Infra red (FTIR)* Serbuk Kulit Buah Lai

Serbuk kulit buah lai dikarakterisasi menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infra red (FTIR)* yang bertujuan untuk menentukan gugus fungsi senyawa dalam serbuk kulit buah lai setelah diaktivasi.



Gambar 1. Spektrum FTIR Serbuk Kulit Buah Lai setelah diaktivasi

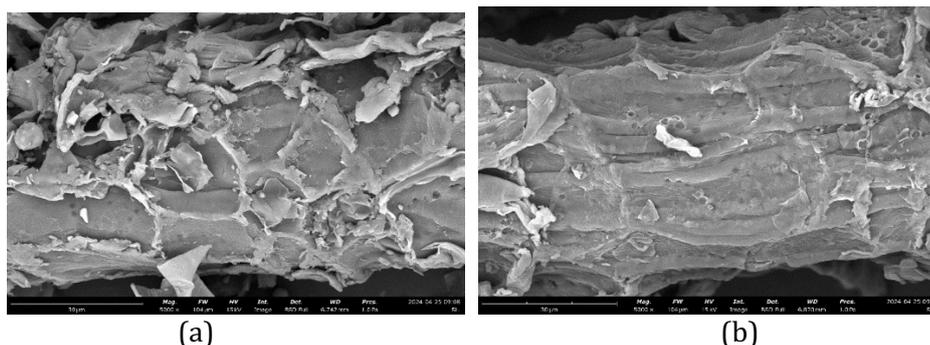
Spektrum FTIR serbuk kulit buah lai setelah diaktivasi dapat dilihat pada **Tabel 1**. puncak serapan pada bilangan gelombang 1056,99 cm^{-1} terindikasi gugus C-O yang menunjukkan adanya puncak karakteristik polisakarida. Pada bilangan gelombang 1512,19 cm^{-1} terindikasi gugus C=C yang menunjukkan gugus alkena. Pada bilangan gelombang 2854,65 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H alifatik. Pada bilangan gelombang 3410,15 cm^{-1} terindikasi adanya gugus O-H *stretching vibration* yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen.

Tabel 1. Hasil Gugus Fungsi Serbuk Kulit Buah Lai setelah diaktivasi

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
	Literatur	Serbuk Kulit Buah Lai Setelah Diaktivasi
C-O	1050-1300 ¹²	1056,99
C=C	1500-1600 ¹³	1512,19
C-H alifatik	2850-2970 ¹⁴	2854,65
O-H <i>stretching vibration</i>	3000-3750 ¹⁵	3410,15

3.2 Hasil Karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Serbuk Kulit Buah Lai

Serbuk kulit buah lai dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan dari serbuk kulit buah lai. Berikut hasil karakterisasi SEM serbuk kulit buah lai sebelum dan sesudah diaktivasi dapat dilihat pada **Gambar 2**. Dimana serbuk kulit buah lai sebelum diaktivasi terbentuk permukaan yang tidak berpori dan masih terikat rapat satu sama lain, namun setelah diaktivasi memiliki bentuk permukaan yang berpori. Hal ini dapat terjadi karena proses berlangsungnya aktivasi secara kimia menggunakan larutan HCl 2 M. Menurut Arung, dkk. (2014), larutan HCl 2 M dapat lebih melarutkan zat-zat pengotor pada adsorben sehingga pori-pori lebih banyak terbentuk dan proses penyerapan dari adsorbat menjadi lebih maksimal.¹⁰



Gambar 2. Citra SEM Serbuk Kulit Buah Lai (a) Sebelum diaktivasi dan (b) Setelah diaktivasi

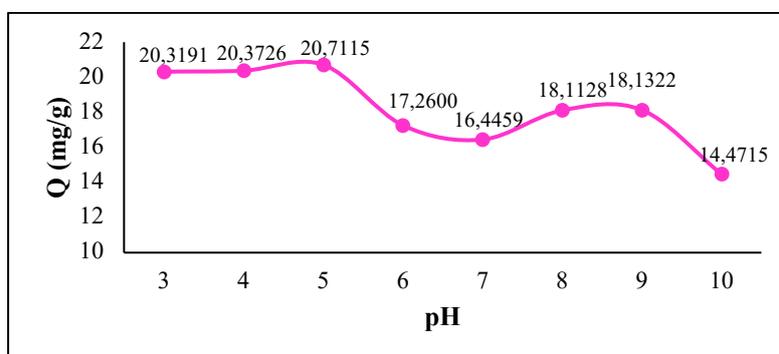
3.3 Penentuan Luas Permukaan dengan *Methylene Blue*

Penentuan luas permukaan *methylene blue* dilakukan pada serbuk kulit buah lai yang bertujuan untuk mengetahui luas permukaan pori-pori dari serbuk kulit buah lai dalam menyerap zat warna *rhodamine B*. Hasil luas permukaan serbuk kulit buah lai yaitu sebesar 92,2813 m²/g. Semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin besar pula kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat.¹¹

3.4 Adsorpsi Terhadap Zat Warna *Rhodamine B*

3.4.1 Penentuan pH Optimum Zat Warna *Rhodamine B*

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi pH yang bertujuan untuk menentukan pH optimum dari zat warna *rhodamine B* yang teradsorpsi dengan menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut grafik variasi pH terhadap kapasitas adsorpsi tertera pada **Gambar 3**.



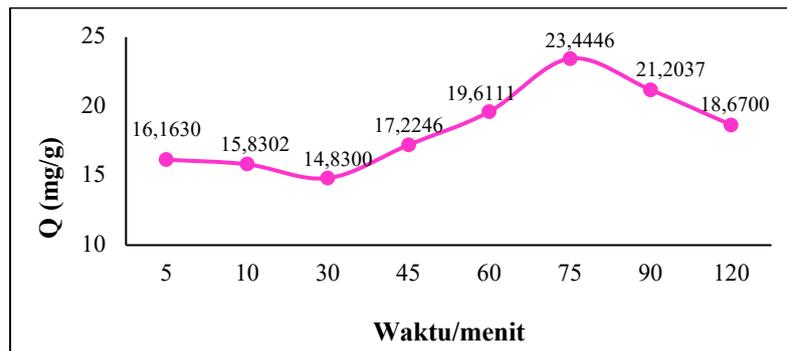
Gambar 3. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Kulit Buah Lai terhadap Zat Warna *Rhodamine B* pada berbagai pH

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 3**, pH optimum serbuk kulit buah lai dalam mengadsorpsi zat warna *rhodamine B* terjadi pada pH 5 dengan nilai kapasitas

adsorpsinya sebesar 20,7115 mg/g. Berdasarkan data tersebut pada pH 3 hingga pH 5 mengalami peningkatan kapasitas adsorpsi dan mengalami penurunan kapasitas adsorpsi dari pH 6. Hal ini dapat terjadi karena pada saat suasana asam *rhodamine B* bermuatan positif dengan melepas ion Cl^- sehingga terjadi interaksi ionik antara adsorben dengan *rhodamine B*, sedangkan pada suasana basa pelepasan ion Cl^- akan terhambat sehingga interaksi antara *rhodamine B* dengan adsorben akan sangat rendah.¹²

3.4.2 Penentuan Waktu Optimum Zat Warna *Rhodamine B*

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi waktu yang bertujuan untuk menentukan waktu optimum dari zat warna *rhodamine B* yang teradsorpsi dengan menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut grafik variasi waktu terhadap kapasitas adsorpsi tertera pada **Gambar 4**.

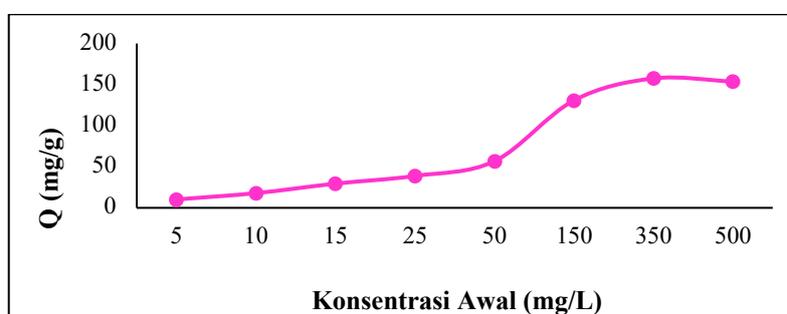


Gambar 4. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Kulit Buah Lai terhadap Zat Warna *Rhodamine B* pada berbagai Waktu Kontak

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 4**, waktu optimum serbuk kulit buah lai dalam mengadsorpsi zat warna *rhodamine B* terjadi pada waktu kontak 75 menit dengan kapasitas adsorpsinya sebesar 23,4446 mg/g. Hal ini sejalan dengan penelitian Ninu, dkk. (2023) bahwa saat waktu adsorpsi kurang dari 75 menit masih banyak situs aktif dari adsorben yang masih belum mengikat zat warna *rhodamine B* sehingga masih terjadinya peningkatan adsorpsi, sedangkan pada saat waktu adsorpsi lebih dari 75 menit tidak terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi karena situs aktif dari adsorben sudah terpenuhi oleh zat warna *rhodamine B* dan sudah mencapai kondisi jenuh.¹³

3.4.3 Variasi Konsentrasi Zat Warna *Rhodamine B*

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi konsentrasi yang bertujuan untuk menentukan kapasitas adsorpsi melalui variasi konsentrasi dari zat warna *rhodamine B* yang teradsorpsi dengan menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut grafik variasi konsentrasi awal terhadap kapasitas adsorpsi tertera pada **Gambar 5**.

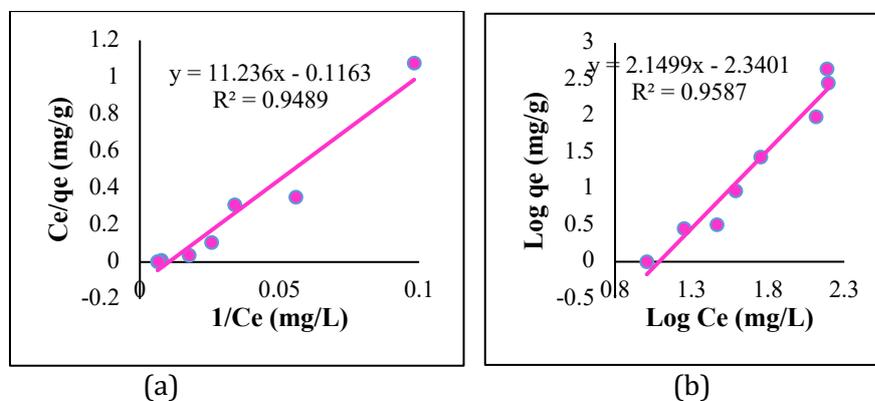


Gambar 5. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Kulit Buah Lai terhadap Zat Warna *Rhodamine B* pada berbagai konsentrasi awal

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 5**, menunjukkan terjadinya peningkatan kapasitas adsorpsi zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai secara perlahan dari konsentrasi 5-350 mg/L. Menurut Sjafruddin, dkk. (2022), peningkatan kapasitas adsorpsi

dapat terjadi karena situs aktif dari adsorben masih kosong sehingga membuka peluang interaksi zat warna *rhodamine B* untuk dapat diserap oleh adsorben dan mengalami penurunan kapasitas adsorpsi pada konsentrasi 500 mg/L.¹⁴ hal ini dapat terjadi karena situs aktif dari adsorben sudah terpenuhi oleh zat warna *rhodamine B* dan sudah mencapai kondisi jenuh sehingga tidak terjadinya peningkatan adsorpsi dari adsorben dalam menyerap zat warna *rhodamine B*. Diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 103,8128 mg/g.

Dari data tersebut dapat digunakan dalam menentukan isoterm adsorpsi yang sesuai. Isoterm adsorpsi yang digunakan yaitu isoterm Langmuir dan Freundlich. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 6**. menunjukkan bahwa isoterm adsorpsi zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai diperoleh hasil pada isoterm Langmuir memiliki R^2 sebesar 0,9489 dan pada isoterm Freundlich memiliki R^2 sebesar 0,9587. Berdasarkan hasil tersebut adsorpsi zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai dominan mengikuti model isoterm Freundlich karena mempunyai nilai R^2 yang lebih besar daripada model isoterm Langmuir. Sehingga dapat dikatakan interaksi antara adsorben dengan adsorbat terjadi pada beberapa lapisan (*multilayer*) yang memungkinkan adsorbat dapat bergerak bebas sehingga penjerapan dapat dilakukan pada setiap sisi yang berbeda-beda.¹⁴



Gambar 6. Pola adsorpsi Zat Warna Rhodamine B oleh Serbuk Kulit Buah Lai (a) Kurva Isoterm Langmuir dan (b) Kurva isoterm Freundlich

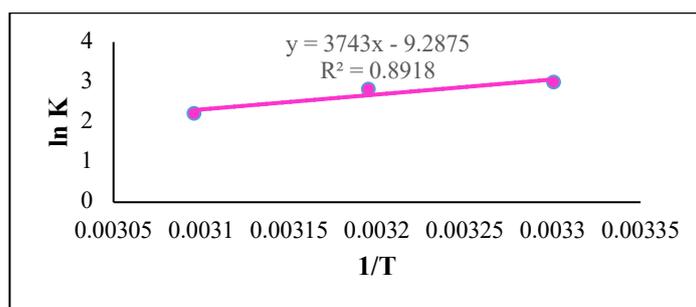
3.4.4 Penentuan Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Rhodamine B

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi suhu yang bertujuan untuk menentukan hasil termodinamika adsorpsi dari zat warna *rhodamine B* yang teradsorpsi dengan menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut grafik variasi suhu terhadap kapasitas adsorpsi tertera pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Kulit Buah Lai terhadap Zat Warna *Rhodamine B* pada berbagai Temperatur

Penentuan parameter termodinamika adsorpsi dapat dihitung berdasarkan nilai konstanta kesetimbangan termodinamika adsorpsi (K_d) yang diperoleh dari data grafik variasi suhu terhadap kapasitas adsorpsi zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai yang tertera pada **Tabel 2**. maka dapat dibuat grafik hubungan antara $1/T$ terhadap $\ln K_d$ mengikuti bentuk linear dari persamaan van'Hoof. Berikut grafik hubungan antara $1/T$ terhadap $\ln K_d$ zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara $1/T$ terhadap $\ln K_d$ pada Adsorpsi Zat Warna *Rhodamine B* oleh Serbuk Kulit Buah Lai

Tabel 2. Hasil Data Grafik Hubungan antara $1/T$ Terhadap $\ln K_d$

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Konsentrasi Akhir (C_e)	Q_e	$K_d = \frac{Q_e}{C_e}$	$\ln K_d$	$1/T$ (K)
30	1,1156	22,2111	19,9102	2,9912	0,0033
40	1,2914	21,7715	16,8590	2,8249	0,0032
50	2,1330	19,6674	9,2203	2,2214	0,0031

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 8**, memperlihatkan kurangnya linearitas dari data tersebut yaitu $R^2 = 0,8918$. Berdasarkan persamaan dari grafik tersebut maka dapat dihitung parameter termodinamika adsorpsi meliputi perubahan entalpi (ΔH°), perubahan entropi (ΔS°), dan perubahan energi bebas gibbs (ΔG°). Adapun hasil penentuan parameter termodinamika adsorpsi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Parameter Termodinamika Adsorpsi

Temperatur (K)	Parameter Termodinamika		
	ΔG° (J/mol)	ΔH° (J/mol)	ΔS° (J/mol.K)
303	-7535,334079		
313	-7351,141157	-31119,302	-77,216275
323	-5965,429133		

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Tabel 3**, diperoleh perubahan energi bebas gibbs (ΔG°) pada masing-masing temperatur yang berbeda, semuanya bernilai negatif yang menunjukkan bahwa adsorpsi zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai terjadi secara spontan, artinya adsorben tidak membutuhkan energi luar untuk dapat menyerap *rhodamine B* dengan baik, hasil perubahan entalpi (ΔH°) diperoleh nilai negatif yang menunjukkan bahwa adsorpsi zat warna *rhodamine B* oleh serbuk kulit buah lai terjadi secara eksotermis, artinya proses adsorpsi pada zat warna *rhodamine B* akan semakin meningkat pada suhu rendah dan terjadi pada saat molekul-molekul adsorbat melekat pada permukaan adsorben dan terjadinya pembebasan sejumlah energi.¹⁵ Dan hasil perubahan entropi (ΔS°) diperoleh perubahan entropi yang kecil yang menunjukkan bahwa persebaran ion-ion adsorbat pada permukaan adsorben sangat teratur, dimana nilai perubahan energi bebas gibbs (ΔG°) tidak lebih dari rentang -20 sampai 0 kJ/mol dan nilai perubahan entalpi (ΔH°) < 20 kJ/mol yang menandakan bahwa proses adsorpsi terjadi secara adsorpsi fisika.¹⁶

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil karakterisasi spektrum FT-IR serbuk kulit buah lai menunjukkan adanya gugus C-O, C=C, C-H, dan O-H. Hasil karakterisasi morfologi permukaan serbuk kulit buah lai menggunakan SEM pada serbuk kulit buah lai setelah diaktivasi menunjukkan permukaan yang lebih berpori dan terbuka. Kondisi optimum adsorpsi serbuk kulit buah terhadap zat warna *rhodamine B* terjadi pada pH optimum 5, waktu optimum 75 menit, dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 103,8128 mg/g dengan mengikuti pola isoterm Freundlich dan adsorpsi terjadi secara fisik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Manurung, H.; Susanto, D.; & Hapsari, R. Z. Uji Kandungan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Lai (*Durio kutejensis*) (Hassk.) (Becc.) dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). *EduBiologia* **2023**, 3(2), 65-77.
2. Muawanah, N.; Jaudah, H.; & Ramadhanti, T. D. Pemanfaatan Limbah Kulit Durian Sebagai Anti Bakteri Pada Sabun Transparan. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* **2019**, 1-10.
3. Rosmawati, T. Pemanfaatan Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Briket dan Pestisida Nabati. *Jurnal Biologi Sains & Pendidikan* **2016**, 5(2), 159-170.
4. Masrol, S. R.; Ibrahim, M. H. I.; & Adnan, S. Chemi-Mechanical Pulping of Durian Rinds. *Procedia Manufacturing* **2015**, 2, 171-180.
5. Ulya, A.; Nasra, E.; Amran, A.; & Kurniawati, D. Adsorpsi Zat Warna Rhodamine B dengan Karbon Aktif Kulit Durian Sebagai Adsorben. *Periodic* **2022**, 11(2), 74-77.
6. Sausan, F. W.; Puspitasari, A. R.; & Dian, Y. P. Studi Literatur Pengolahan Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Metode Proses Adsorpsi, Filtrasi, dan Elektrolisis. *TECNOSCIENZA* **2021**, 5(2), 213-230.
7. Mulyati, T. A.; & Pujiono, F. E. Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Limbah Ampas Tebu Menggunakan Aktivator KOH. *ICAJ* **2017**, 1(2), 1-7.
8. Rahman, T.; Muis, L.; & Suryadri, H. Pengaruh Berat Unggun terhadap Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Rhodamine B dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknik* **2022**, 4(1), 32-38.
9. Zubaidah, S.; Khaldun, I.; & Hanum, L. Uji Daya Serap Serbuk Gergaji Kayu Pinus (*Pinus mercusii*) terhadap Logam Timbal (II) Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia* **2017**, 2(2), 107-116.
10. Arung; Yudi, M.; & Chadijah, S. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Klorida (HCl) terhadap Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*. L) pada Zat Warna Methanil Yellow. *Al-Kimia* **2014**, 2(1), 52-63.
11. Pranoto, P.; Martini, T.; & Rachmawati, D. A. Karakterisasi dan Uji Efektivitas Allophane-Like untuk Adsorpsi Ion Logam Tembaga (Cu). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia* **2018**, 14(2), 202-218.
12. Fauzi, M. D. N.; Nasra, E., Amran, A.; & Khair, M. Pengaruh pH dan Konsentrasi terhadap Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*). *Periodic* **2021**, 10(2), 51-55.
13. Ninu, Y. D.; & Baunsele, A. B. Studi Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Biosorben Sabut Buah Siwalan Teraktivasi Kalium Hidroksida. *Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia* **2023**, 5(1), 50-66.
14. Sjafruddin, R.; Fajar; Nisa, K.; Sari, N. I.; & Ferawati, A. A. Model Isoterm Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Tebu pada Penjerapan Zat Warna Metilen Biru. *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat* **2022**, 121-126.
15. Rahmawaty, D. N.; Azis, Y.; & Alfarisi, C. D. Isoterm dan Termodinamika Adsorpsi pada Methylene Blue Menggunakan Hidroksiapatit. *Jom FTEKNIK* **2019**, 6(2), 1-7.
16. Yantus, A. B. N.; Lawa, Y.; Naat, J. N.; Nubatonis, Y. K.; & Riwu, A. A. P. Studi Termodinamika Adsorpsi Pb (II) Menggunakan Adsorben Magnetik GO-Fe₃O₄ yang Disintesis dari Kayu Kusambi (*Schleichera oleosa*). *Jurnal Saintek Lahan Kering* **2019**, 2(2), 49-51.