

Adsorpsi Zat Warna Tekstil Ungu Dari Air Limbah Industri Rumah Tangga Sarung Tenun Samarinda Seberang Dengan Menggunakan Serbuk Kulit Buah Lai (*Durio Kutejensis* (Hassk.) Becc.)

Adsorption Of Purple Textile Dye From Wastewater Of The Samarinda Seberang Household Industry Using Lai Fruit Leather Powder (*Durio Kutejensis* (Hassk.) Becc.)

Nadira Oliviani, Teguh Wirawan*, Saibun Sitorus

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

*E-mail: teguh.unmul.smd@gmail.com

Received: 12 Juni 2023, Accepted: 01 Agustus 2023

ABSTRACT

Textile dyes include compounds that are difficult to decompose naturally, so they can have a negative impact on the aquatic environment. This study aims to utilize lai fruit peels which are made into powder as an adsorbent to adsorb purple textile dyes in the waste water of Samarinda Seberang woven sarongs. The first stage was prepared by rinsing lai fruit peel powder using boiling distilled water, then baking and sifting through a 60 mesh sieve. Characterization was carried out using Fourier Transform Infrared (FTIR) and Scanning Electron Microscopy (SEM). Study of the adsorption of purple textile dyes by lai fruit peel powder was carried out with variations in time, pH and concentration. The results of characterization with FTIR showed the presence of C-O, C-H bending, C=C, C=O, C-C alkenes, C-H groups and based on the results of SEM characterization the other shell powder had a porous surface. Optimum conditions for the adsorption of purple textile dyes 100 ppm for 25 mL with an adsorbent weight of 0.01 g occurred at a contact time of 2.5 minutes and a pH of 9. Adsorption of purple textile dyes followed the Langmuir isotherm adsorption pattern and had a maximum adsorption capacity of 1176.0486 mg/g. Application to samples of Samarinda Seberang purple woven sarong waste water with a concentration of 143.5 ppm for 25 mL and using an optimum weight of 0.01 g, time 2.5 minutes and pH 9 obtained %Adsorbed of 72.0119%.

Keywords: Adsorption, Waste of Samarinda Seberang woven sarong, Lai Fruit Peel Powder, Textile Dyes.

PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang merupakan daerah endemik dari buah lai. Buah lai dapat tumbuh hampir di seluruh kabupaten dan kota di Kalimantan Timur [1]. Buah lai memiliki tingkat konsumsi yang cukup tinggi dan mencakup semua golongan. Namun, hanya sekitar 20,52% bagian buah yang dapat dikonsumsi, bagian yang tidak termanfaatkan untuk dikonsumsi sekitar 79,48% seperti kulit dan biji [2].

Jika angka konsumsi buah lai sangat tinggi sudah pasti menghasilkan limbah kulit yang tidak sedikit. Limbah kulit tersebut jika dibakar akan menyebabkan pencemaran udara dan jika hanya dibiarkan saja akan berbau tidak sedap. Buah lai dan durian memiliki sifat yang mirip dikarenakan masih dalam satu famili. Pada kulit durian mengandung hemiselulosa sebesar 13,09%, lignin sebesar 15,45%

dan unsur selulosa yang tinggi yaitu mencapai 60,45%. Sehingga dapat diindikasikan bahwa bahan tersebut dapat menjadi adsorben untuk menyerap zat warna dan logam [3].

Sebagian besar industri tekstil menggunakan perwarna sintesis karena memiliki kualitas yang lebih baik dan praktis, tetapi perwarna sintesis lebih sulit untuk terurai di alam sehingga dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan berupa limbah zat warna yang dibuang ke sungai, selokan atau perairan lainnya. Kampung tenun merupakan salah satu daerah berkembangnya industri tenun yang menggunakan zat warna tekstil namun air limbahnya tidak diolah dengan baik. Menurut Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk pengendalian pencemaran air akibat adanya zat warna tekstil yaitu dengan melalui metode adsorpsi [4].

Dibandingkan dengan metode lainnya adsorpsi memiliki beberapa kelebihan diantaranya proses relatif lebih sederhana, efektifitas, efensinya relatif tinggi dan tidak menimbulkan efek samping zat beracun [5]. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah kulit buah lai yang dijadikan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna ungu. Sehingga, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu metode pemanfaatan limbah kulit buah lai dan dapat membantu dalam masalah pencemaran lingkungan dari zat warna ungu.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, blender, pisau, lemari pendingin, oven, neraca analitik, *shaker*, pH meter, ayakan 60 *mesh*, peralatan gelas kimia, spatula, batang pengaduk, lumpang, alu, *stopwatch*, pipet volume, Spektrofotometer UV-Vis, *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kulit buah lai, akuades, *aluminium foil*, *plastic wrap*, *tissue*, kertas saring, *methylene blue*, NaOH, HNO₃, air limbah sarung tenun, zat warna tekstil ungu.

Prosedur Penelitian

Preparasi Kulit Buah Lai

Kulit buah lai dikeringkan di bawah sinar matahari. Kulit buah lai dipotong kecil-kecil dan dihaluskan. Kulit buah lai diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*. Serbuk kulit buah lai dicuci beberapa kali dengan akuades mendidih hingga filtrat tidak berwarna. Serbuk kulit buah lai dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 5 jam.

Preparasi Air Limbah Sarung Tenun

Air limbah sarung tenun hasil pencelupan benang diambil sebanyak 1,5 liter dan dimasukkan ke dalam botol plastik. Air limbah sarung tenun disimpan dalam lemari pendingin.

Karakterisasi

Fourier Transform Infrared (FTIR)

Serbuk kulit buah lai yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui adanya gugus fungsi dari serbuk kulit buah lai.

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Serbuk kulit buah lai yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan alat *Scanning*

Electron Microscopy (SEM) untuk mengetahui morfologi serbuk kulit buah lai.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna Tekstil Ungu

Pada penentuan panjang gelombang, larutan zat warna tekstil ungu 50 mg/L diukur absorbansi pada rentang panjang gelombang 500-600 nm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan Luas Permukaan dengan *Methylene Blue*

Serbuk kulit 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 menggunakan penyaringan dan ditentukan konsentrasi *methylene blue* pada filtrat dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Berdasarkan [6] luas permukaan zat warna dihitung menggunakan persamaan:

$$X_m = \frac{V \times C}{W}$$

$$\text{Luas Permukaan} = \frac{X_m \times N \times A}{M_r}$$

Keterangan:

- X_m = Kapasitas adsorpsi (mg/g)
- V = Volume larutan (L)
- C = Konsentrasi *methylene blue* yang teradsorpsi (mg/L)
- N = Bilangan avogadro (6,02x10²³ molekul/mol)
- A = Luas penampang *methylene blue* (197x10⁻²⁰ m²/molekul)
- M_r = Massa relatif *methylene blue* (g/mol)
- W = Berat adsorben (g)

Adsorpsi Terhadap Zat Warna Variasi Berat

Larutan zat warna ungu 100 mg/L sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam 5 seri serbuk kulit buah lai. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan variasi berat 0,002; 0,005; 0,01; 0,05 dan 0,1 g selama 30 menit. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna tekstil dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Variasi Waktu

Serbuk kulit buah lai sebanyak 0,01 g dimasukkan ke dalam 8 seri larutan zat warna tekstil ungu 100 mg/L masing-masing sebanyak 25 mL. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan variasi waktu yaitu 0,5; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 dan 20

menit. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Variasi pH Larutan

Serbuk kulit buah lai sebanyak 0,01 g dimasukkan ke dalam 8 seri larutan zat warna tekstil ungu 50 mg/L sebanyak 25 mL yang diatur pH-nya yaitu 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 dengan menggunakan larutan HNO₃ dan NaOH. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan waktu optimum. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Variasi Konsentrasi

Serbuk kulit buah lai sebanyak 0,01 g dimasukkan ke dalam 8 seri larutan zat warna tekstil ungu sebanyak 25 mL dengan konsentrasi bervariasi yaitu 25, 50, 100, 150, 300, 500, 750 dan 1000 mg/L dan masing-masing diatur pada pH optimum. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan waktu optimum. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna tekstil dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Aplikasi Pada Air Limbah Sarung Tenun

Serbuk kulit buah lai sebanyak 0,01 g dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan sampel air limbah sarung tenun warna ungu sebanyak 25 mL dimana pH larutan diatur pada pH optimum. Campuran diaduk menggunakan *shaker* dengan waktu optimum. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna tekstil dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Analisis Data

Berdasarkan [7] rumus kapasitas adsorpsi adalah sebagai berikut:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) V}{m}$$

Keterangan :

m = massa adsorben (g)

V = volume larutan (L)

C_o = konsentrasi awal (mg/L)

C_e = konsentrasi kesetimbangan (mg/L)

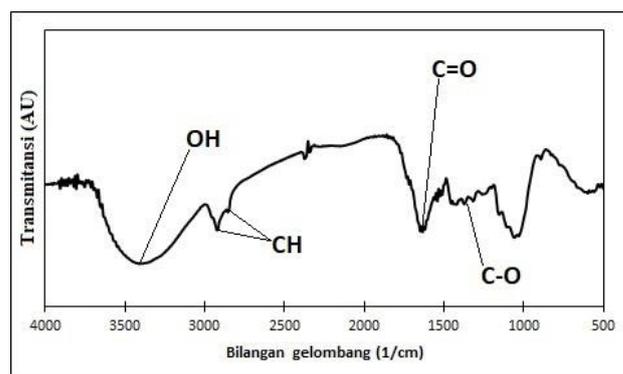
q_e = kapasitas adsorpsi (mg/g)

Penentuan isoterm adsorpsi Langmuir dilakukan dengan membuat grafik antara C_e/Q (sumbu y) dan 1/C_e (sumbu x) dengan *slope* 1/b dan isoterm adsorpsi Freundlich dilakukan dengan membuat grafik antara Log Q (sumbu y) dan Log C_e.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR) Serbuk Kulit Lai

Serbuk kulit buah lai dikarakterisasi menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang bertujuan untuk menentukan gugus fungsi dengan bilangan gelombang yang sesuai. Berikut merupakan hasil spektra FTIR berdasarkan bilangan gelombang terhadap transmitansi serbuk kulit lai pada Gambar 1.

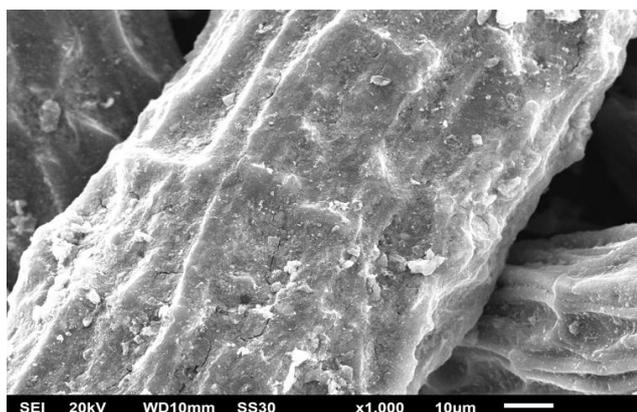


Gambar 1. Hasil spektra FTIR berdasarkan bilangan gelombang terhadap transmitansi serbuk kulit lai.

Berdasarkan uji karakterisasi menggunakan FTIR didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 1, serbuk kulit buah lai sebelum diaplikasikan dengan air limbah zat warna tekstil Samarinda Seberang pada pita serapan dengan bilangan gelombang 1249,87 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus C-O, pada pita serapan 1373,32 cm⁻¹ dan 1427,32 cm⁻¹ terindikasi adanya gugus C-H *bending*. Pada pita serapan 1512,19 cm⁻¹ terdeteksi adanya gugus C=C. Pada pita serapan 1620,21 cm⁻¹ terindikasi adanya gugus C=O dan C-C alkena. Pada pita serapan 2854,65 cm⁻¹ dan 2924,09 cm⁻¹ menunjukkan gugus C-H. Pada pita serapan 3402,43 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus O-H *stretching vibratin*. Pada penelitian ini didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan penelitian [8] yaitu pada pita serapan 2924 cm⁻¹ menunjukkan gugus C-H *stretching vibration* dari asam alifatik. Pada pita serapan 3394,38 cm⁻¹ merupakan gugus O-H *stretching vibration* yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen, pada pita serapan 3435 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan hidrogen antar molekul senyawa polimer seperti alkohol, fenol dan asam karboksilat.

Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM) Serbuk Kulit Buah Lai

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan pada serbuk kulit buah lai. Berikut merupakan hasil karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada Gambar 2.

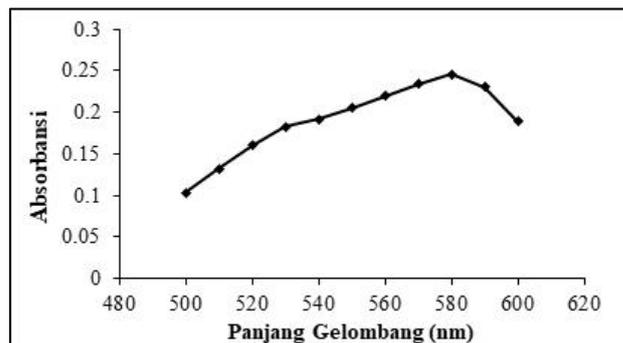


Gambar 2. Hasil karakterisasi *scanning electron microscopy* (SEM) serbuk kulit buah lai.

Berdasarkan uji karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan perbesaran 1.000 kali didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 2, serbuk kulit lai memiliki bentuk permukaan yang berpori. Pori-pori yang dimiliki pada permukaan serbuk kulit buah lai untuk terjadinya proses penyerapan, dimana zat warna tekstil akan memenuhi permukaan adsorben dan mengisi pori-pori serbuk kulit buah lai yang kosong sehingga terjadi interaksi antara dinding sel adsorben dengan zat warna.

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Pada penelitian ini dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan pada larutan zat warna tekstil ungu dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan cara mengukur nilai absorbansi larutan zat warna tekstil ungu 50 mg/L dengan rentang 500-600 nm. Berikut merupakan grafik panjang gelombang maksimum terhadap absorbansi zat warna tekstil ungu pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik panjang gelombang maksimum terhadap absorbansi zat warna tekstil ungu.

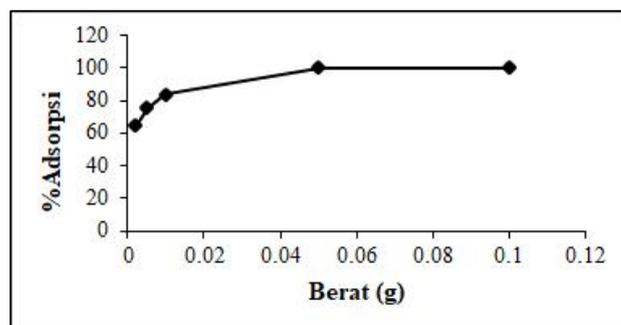
Berdasarkan Gambar 3 diperoleh panjang gelombang maksimum larutan zat warna tekstil ungu berada pada panjang gelombang 580 nm. Pengukuran panjang gelombang dilakukan untuk pengukuran larutan zat warna tekstil ungu menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan Luas Permukaan *Methylene Blue*

Penentuan luas permukaan *methylene blue* dilakukan pada serbuk kulit buah lai untuk mengetahui kemampuan serbuk kulit buah lai dalam menyerap adsorbat. Hasil penentuan luas permukaan serbuk kulit buah lai yaitu sebesar 84,7645 m²/g.

Uji Adsorpsi Terhadap Zat Warna Tekstil Ungu Penentuan Berat Optimum

Pada penelitian ini dilakukan penentuan berat optimum yang bertujuan untuk mengetahui massa yang dibutuhkan oleh serbuk kulit buah lai untuk mengadsorpsi zat warna tekstil ungu. Berikut grafik pengaruh berat terhadap jumlah zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi pada serbuk kulit buah lai yang ditunjukkan pada Gambar 4.



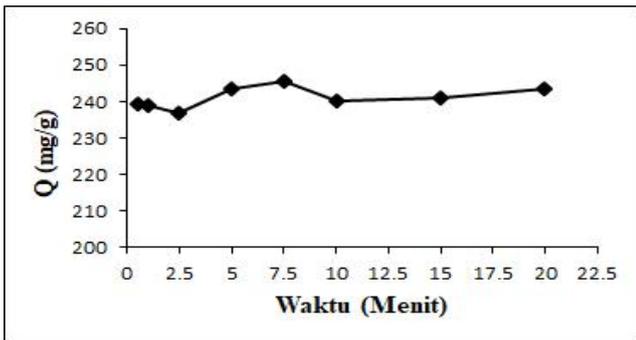
Gambar 4. Grafik variasi berat serbuk kulit buah lai terhadap %adsorpsi zat warna tekstil ungu.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 4 menunjukkan bahwa berat optimum serbuk kulit

buah lai untuk mengadsorpsi zat warna tekstil ungu dengan konsentrasi 100 ppm sebanyak 25 mL yaitu sebesar 0,01 g dengan %adsorpsi sebesar 83,6877%. Semakin banyak adsorben yang digunakan maka akan semakin banyak zat warna tekstil yang teradsorpsi. Hal ini dikarenakan adanya penambahan massa adsorben akan meningkatkan jumlah partikel dan luas permukaan dari adsorben. Pada berat 0,01 g adsorben serbuk kulit buah lai sudah stabil hingga berat 0,1 g.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Pada penelitian ini dilakukan penentuan waktu kontak optimum yang bertujuan untuk mengetahui lama waktu kontak yang dibutuhkan oleh zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut grafik variasi waktu kontak serbuk kulit buah lai terhadap %adsorpsi zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi pada serbuk kulit buah lai yang ditunjukkan pada Gambar 5.

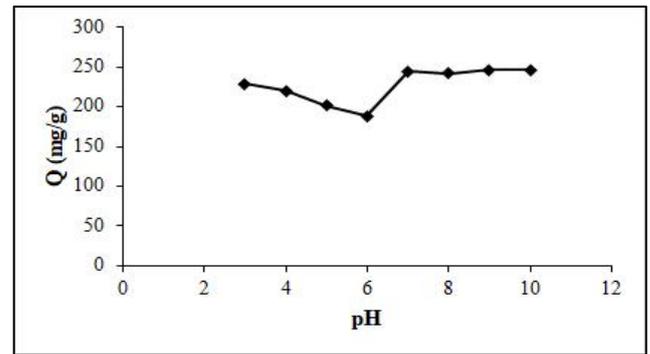


Gambar 5. Grafik variasi waktu kontak serbuk kulit buah lai terhadap %adsorpsi zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi pada serbuk kulit buah lai.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Gambar 5 waktu kontak optimum yang diperoleh dari adsorben serbuk kulit buah lai dalam mengadsorpsi zat warna tekstil ungu terjadi pada waktu kontak 2,5 menit dengan jumlah Q sebesar 236,72 mg/g dan jumlah %adsorpsi sebesar 94,69%. Berdasarkan data tersebut terjadi peningkatan adsorpsi zat warna tekstil oleh serbuk kulit buah lai dari waktu 2,5-7,5 menit dan kemudian mengalami penurunan pada 10 menit. Hal ini sesuai dengan penelitian [9] dimana adsorpsi zat warna tekstil ditemukan cepat pada waktu kontak awal dan kemudian menjadi lambat dengan bertambahnya waktu kontak. Hal ini terjadi karena pada awal proses adsorpsi, banyaknya situs aktif di permukaan serbuk kulit buah lai membuat proses adsorpsi menjadi lebih mudah kemudian saat waktu meningkat adsorpsi menjadi berkurang sehingga menyebabkan penurunan efisiensi adsorpsi

Penentuan pH Optimum

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi pH yang bertujuan untuk mengetahui pH optimum dari zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut grafik variasi pH terhadap kapasitas adsorpsi zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi pada serbuk kulit buah lai yang ditunjukkan pada Gambar 6.

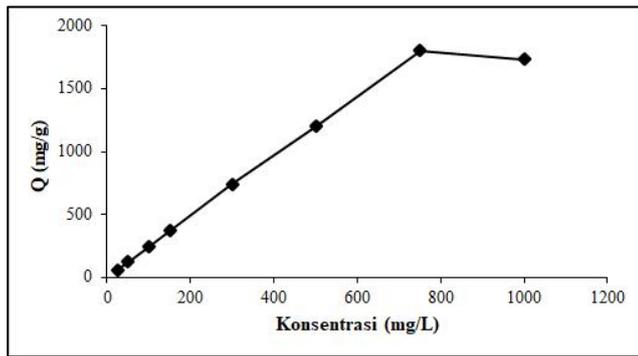


Gambar 6. Grafik variasi pH terhadap kapasitas adsorpsi zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi pada serbuk kulit buah lai.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Gambar 6 pH optimum yang diperoleh dari adsorben serbuk kulit buah lai dalam mengadsorpsi zat warna tekstil ungu terjadi pada pH 9 dengan nilai Q sebesar 246,45 mg/g dan %adsorpsi sebesar 98,58%. Terjadi peningkatan pada pH 6-10 yang menunjukkan peningkatan kapasitas adsorpsi. Hal ini sejalan dengan penelitian [10] dimana pada pH rendah permukaan adsorben menjadi bermuatan positif karena adanya gugus fungsi pada permukaan adsorben. Ketika pH meningkat zat warna tekstil terjadi deprotonasi gugus bermuatan positif pada adsorben, dimana daya tarik elektrostatis antara muatan negatif pada adsorben dan muatan positif zat warna tekstil menyebabkan peningkatan adsorpsi.

Penentuan Konsentrasi Zat Warna Tekstil Ungu

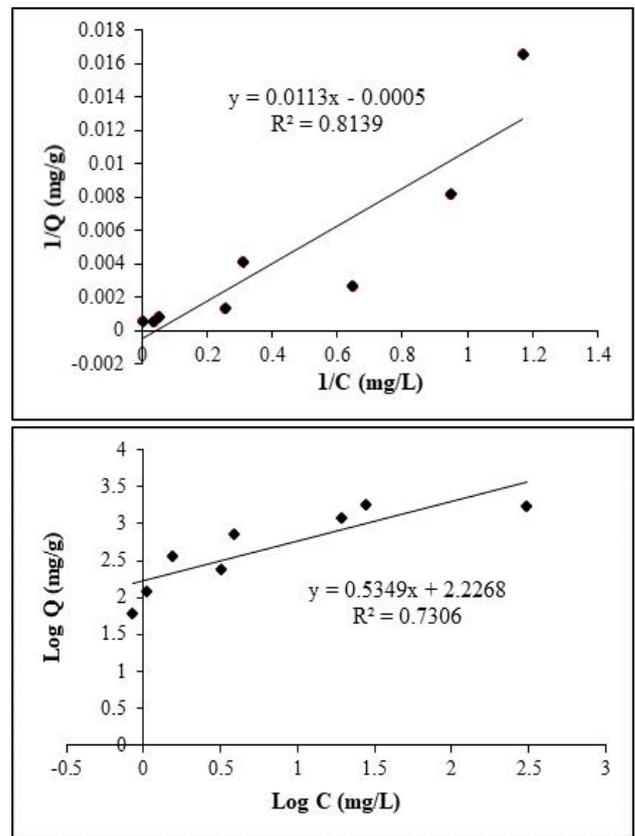
Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi konsentrasi yang bertujuan untuk mengetahui besarnya konsentrasi zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi menggunakan serbuk kulit buah lai. Berikut adalah grafik variasi konsentrasi zat warna tekstil ungu terhadap kapasitas adsorpsi serbuk kulit buah lai yang teradsorpsi pada serbuk kulit buah lai yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik variasi konsentrasi zat warna tekstil ungu terhadap kapasitas adsorpsi serbuk kulit buah lai.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh serbuk kulit buah lai pada variasi konsentrasi secara perlahan dari 25-750 mg/L dengan jumlah zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi sebesar 60,36-1806,17 mg/g. Kapasitas adsorpsi pada konsentrasi 1000 mg/g terjadi penurunan hal ini dikarenakan permukaan serbuk kulit buah lai sudah jenuh sehingga berkurangnya kemampuan adsorben untuk menyerap zat warna tekstil ungu. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum zat warna tekstil ungu serbuk kulit buah lai sebesar 1176,0486 mg/g.

Isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm Langmuir dan Freundlich. Berikut merupakan kurva isoterm Langmuir dan Freundlich berdasarkan persamaan regresi pada adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh serbuk kulit buah lai dapat dilihat pada Gambar 8.



(a)

Gambar 8. Kurva isoterm Langmuir dan Freundlich berdasarkan persamaan regresi pada adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh serbuk kulit buah lai.

Berdasarkan Gambar 8 di atas menunjukkan bahwa isoterm adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh serbuk kulit buah lai diperoleh hasil yaitu pada isoterm Langmuir memiliki R^2 sebesar 0,8139 dan pada isoterm Freundlich memiliki R^2 sebesar 0,7306. Proses adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh serbuk kulit buah lai mengikuti isoterm Langmuir karena mempunyai nilai R^2 lebih besar daripada Freundlich. Isoterm adsorpsi Langmuir menunjukkan bahwa adsorpsi zat warna tekstil ungu terjadi pada permukaan homogen dengan adsorpsi monolayer tanpa interaksi antara ion teradsorpsi [11]. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka penentuan kapasitas adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh serbuk kulit buah lai mengikuti jenis isoterm Langmuir.

Aplikasi Air Limbah Sarung Tenun Warna Ungu

Pada penelitian ini dilakukan pengaplikasian pada air limbah sarung tenun warna ungu yang bertujuan untuk mengetahui besarnya konsentrasi zat warna tekstil ungu yang teradsorpsi menggunakan serbuk kulit buah lai. Hasil pengukuran menunjukkan

konsentrasi warna ungu dalam limbah sarung tenun adalah 143,5 ppm. Pada aplikasi air limbah sarung tenun dengan volume 25 mL dan menggunakan berat adsorben sebesar 0,01 g diperoleh %adsorpsi sebesar 72,0119% dan Q sebesar 1033,3710 mg/g.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian didapatkan hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya gugus C-O, C-H *bending*, C=C, C=O, C-C alkena, C-H dan berdasarkan hasil karakterisasi SEM serbuk kulit lai memiliki bentuk permukaan yang berpori. Kondisi optimum adsorpsi zat warna tekstil ungu 100 ppm untuk 25 mL dengan berat adsorben sebesar 0,01 g terjadi pada waktu kontak 2,5 menit dan pH 9. Adsorpsi terhadap zat warna tekstil ungu mengikuti pola adsorpsi isoterm Langmuir dan mempunyai kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 1176,0486 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunaryo, W. (2015). Aplikasi DNA Barcoding untuk Analisis Keragaman Genetik Lai-Durian (*Durio Zibethinus Kutejensis*) Asal Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Masy Biodiv Indonesia*, 1 (6), 1273-1277.
- [2] Khairiah, & Haryadi, J. (2019). Pengaruh Konduktivitas Listrik Dari Slurry Grafit Carbon Black Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Terhadap Luas Permukaan dan Jari-Jari Pori. *In Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian*, 2 (2), 1109-1112.
- [3] Khairiah, & Haryadi, J. (2019). Pengaruh Konduktivitas Listrik Dari Slurry Grafit Carbon Black Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Terhadap Luas Permukaan dan Jari-Jari Pori. *In Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian*, 2 (2), 1109-1112.
- [4] Ariyani, R. Wirawan, T., & Hindryawati, N. (2021). Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Tebu dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Merah dari Limbah Pencelupan Benang Tenun Sarung Samarinda. *In Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 86-94.
- [5] Safrianti, I., Wahyuni, N., & Zaharah, T. A. (2012). Adsorpsi timbal (II) oleh selulosa limbah jerami padi teraktivasi asam nitrat: pengaruh pH dan waktu kontak. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 1 (1), 1-7.
- [6] Mulyati, T. A., & Pujiono, F. K. (2017). Preparasi dan karakterisasi karbon aktif dari limbah ampas tebu menggunakan aktivator KOH. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 1 (2), 61-67.
- [7] Ahmad, W., Qaiser, S., Ullah, R., Mohamed Jan, B., Karakassides, M. A., Salmas, C. E., Kenanakis, G., & Ikram, R. (2020). Utilization of tires waste-derived magnetic-activated carbon for the

removal of hexavalent chromium from wastewater. *Materials*, 14 (1), 34.

- [8] Azouaou, N., Sadaoui, Z., Djaafri, A., & Mokaddem, H. (2010). Adsorption of Cadmium from Aqueous Solution Onto Untreated Coffee Grounds: equilibrium, Kinetics and Thermodynamics. *Journal of Hazardous Materials*, 184 (1-3), 126-134.
- [9] Nitayaphat, W., Jintakosol, T., Engkaseth, K., & Wanrakakit, Y. (2015). Removal of methylene blue from aqueous solution by coffee residues. *Chiang Mai J. Sci*, 42 (2), 407-416.
- [10] Besarati, N., Alizadeh, N., & Shariati, S. (2018). Removal of Cationic Dye Methylene Blue (MB) from Aqueous Solution by Coffee and Peanut husk Modified with Magnetite Iron Oxide Nanoparticles. *J Mex Chem. Soc*, 62 (3), 110-124.
- [11] Besarati, N., Alizadeh, N., & Shariati, S. (2018). Removal of Cationic Dye Methylene Blue (MB) from Aqueous Solution by Coffee and Peanut husk Modified with Magnetite Iron Oxide Nanoparticles. *J Mex Chem. Soc*, 62 (3), 110-124.