

ADSORPSI ZAT WARNA DARI AIR LIMBAH INDUSTRI RUMAH TANGGA SARUNG TENUN SAMARINDA SEBERANG DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI ARANG AKTIF SERBUK KULIT BUAH LAI (*Durio Kutejensis* (Hassk.) Becc.)

ADSORPTION OF DYE FROM HOUSEHOLD INDUSTRIAL WASTEWATER OF SAMARINDA SEBERANG WEAVING GLOVES USING ADSORBENT FROM ACTIVATED CHARCOAL LAI FRUIT POWDER (*Durio Kutejensis* (Hassk.) Becc.)

Riska Alif Kartika Sari, Teguh Wirawan*, Saibun Sitorus

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

* Corresponding Author : teguh.unmul.smd@gmail.com

ABSTRACT

Textile dyes include compounds that are difficult to decompose naturally. In the waters is a serious environmental problem because it can have a negative impact. This study aims to utilize lai fruit peel which is used as activated charcoal as an adsorbent to adsorb purple dyes in woven sarong waste water. The first stage of making activated charcoal is through carbonation in a furnace at 500°C for 30 minutes. Activation was carried out chemically by immersing it in 2 M H₂SO₄ solution for 24 hours. FTIR characterization of the resulting activated carbon was carried out to determine its functional groups and SEM characterization to determine its morphology. The results of FTIR characterization of activated carbon from lai fruit peel powder have functional groups -CO- and -OH, while SEM characterization of activated carbon from lai fruit peel powder is in the form of fibers with open pore surfaces that are spread on the surface and cavity walls of the activated charcoal of lai fruit peel powder. The adsorption process was carried out using the bath method and the concentration of the purple dye was determined using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the adsorption of purple dye by activated charcoal was optimal at contact time of 1 minute and at pH 8. Adsorption of purple dye followed by the Freundlich adsorption pattern and had a maximum chemical adsorption capacity of 55.209 mg/g.

Keywords: Adsorption, Activated Charcoal, Lai Fruit Powder, Textile Dyes, Purple Color From Household Industry Waste.

1. PENDAHULUAN

Kampung Tenun merupakan salah satu daerah berkembangnya industri tenun yang menggunakan zat warna tekstil dimana limbahnya belum diolah secara benar. Pada awalnya masyarakat di kampung Tenun membuang limbah cair mereka di IPAL (Instalasi pengolahan air limbah) tetapi dalam perkembangannya IPAL tercemar karena dijadikan tempat pembuangan sampah oleh masyarakat sekitar, sehingga para penenun membuang limbah cair di parit bawah rumah dikarenakan menurut mereka limbah tersebut tidak berbahaya karena langsung menyerap ke tanah dan tidak menimbulkan dampak buruk di lingkungan sekitar [1]. Industri tenun umumnya merupakan industri kecil (*home industry*) sehingga tidak memiliki sistem pengolahan limbah, oleh karena itu diperlukan cara untuk menangani limbah cair dari

industri agar tak berdampak terhadap lingkungan. Metode adsorpsi memiliki kelebihan yaitu efektif untuk menghilangkan zat warna dari limbah cair. Adsorpsi sendiri merupakan proses penyerapan suatu zat yang

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



terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi merupakan suatu metode untuk mengelola limbah zat warna yang banyak digunakan dikarenakan metodenya yang mudah dan dapat digunakan dengan berbagai macam jenis adsorben [2]. Adsorpsi menggunakan arang aktif adalah salah satu cara yang potensial dalam mengatasi limbah cair oleh zat warna. Kandungan dari karbon aktif serbuk kulit buah lai yaitu selulosa sebanyak 50% hingga 60% [3]. Arang Aktif Kulit Durian dapat digunakan sebagai penyerap *Methylene Blue* (Hanum dkk., 2017) [4]. Arang aktif Kulit Durian dapat digunakan sebagai adsorben limbah zat warna industri songket (Suprianofa., 2016) [5]. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil karakterisasi arang aktif serbuk kulit lai yaitu gugus fungsi menggunakan FTIR dan morfologi permukaan arang aktif serbuk kulit lai menggunakan SEM, menentukan kondisi optimum arang aktif serbuk kulit lai dengan variasi berat, waktu, pH, dan untuk mengetahui jenis isoterm (Langmuir atau Freundlich) dari adsorpsi zat warna ungu limbah sarung tenun.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, gelas kimia, spatula, batang pengaduk, corong kaca, cawan petri, oven, labu ukur, pH meter, *stopwatch*, cawan porselen, *bulp*, pipet volume, pipet ukur, ayakan 60 *mesh*, tanur, labu Erlenmeyer, *shaker*, spektrofotometer UV-Vis, FTIR dan SEM.

2.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu arang aktif serbuk kulit buah lai, akuades, aluminium foil, plastik *warp*, zat warna tekstil ungu dan hitam, air limbah sarung tenun, NaOH, HNO₃, H₂SO₄, kertas saring, pH meter, kertas label, *methylene blue* dan *tissue*.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1. Persiapan Sampel Dan Karakterisasi

Preparasi kulit lai dengan menghaluskannya hingga lolos ayakan 60 mesh. preparasi air limbah sarung tenun dilakukan dengan mengambil air limbah sarung tenun sebanyak 1,5 liter. Pembuatan arang aktif serbuk kulit buah lai melalui karbonasi dengan tanur pada suhu 500°C selama 30 menit. Arang yang dihasilkan diaktivasi secara kimia dengan cara merendam arang aktif serbuk kulit buah lai di dalam larutan H₂SO₄ 2 M selama 24 jam. Arang aktif dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dan SEM untuk menentukan morfologi permukaan. Selanjutnya dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum zat warna ungu dengan mengukur absorbansi larutan standar dengan rentang panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum diperoleh dengan melihat nilai absorbansi maksimum.

2.2.2. Penentuan Luas Permukaan *Methylene Blue*

Arang aktif 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 filtrat ditentukan konsentrasi *Methylene Blue* dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Menurut Mulyati dan Pujiono (2017) luas permukaan dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2** sebagai berikut [6].

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

$$\text{Luas Permukaan} = \frac{X_m \times N \times A}{M_r} \quad \text{Persamaan 2}$$

Keterangan:

X_m = Kapasitas adsorpsi *Methylene Blue* (mg/g)

V	= Volume larutan (L)
C	= Konsentrasi <i>Methylene Blue</i> yang teradsorpsi (mg/L)
N	= Bilangan avogadro ($6,02 \times 10^{23}$ molekul/mol)
A	= Luas penampang <i>Methylene Blue</i> (197×10^{-20} m ² /molekul)
Mr	= Massa relatif zat <i>Methylene Blue</i> (g/mol)
W	= Berat adsorben (g)

2.2.3 Variasi Berat

Sebanyak 0,01; 0,03; 0,065; 0,1 dan 0,15 gram arang aktif serbuk kulit buah lai dimasukkan ke dalam 25 mL larutan zat warna ungu 100 mg/L, diaduk menggunakan *shaker* selama 30 menit. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna ungu dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

2.2.4 Variasi Waktu

Sebanyak 0,065 gram arang aktif serbuk kulit buah lai dimasukkan ke dalam 25 mL larutan zat warna ungu 100 mg/L, diaduk menggunakan *shaker* selama masing-masing 0,5; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20 dan 25 menit. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna ungu dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

2.2.5 Variasi pH

Sebanyak 0,065 gram arang aktif serbuk kulit buah lai dimasukkan ke dalam 25 mL larutan zat warna ungu 100 mg/L yang pH larutan telah diatur masing-masing 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10. Larutan diaduk menggunakan *shaker* dengan waktu optimum. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna ungu dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

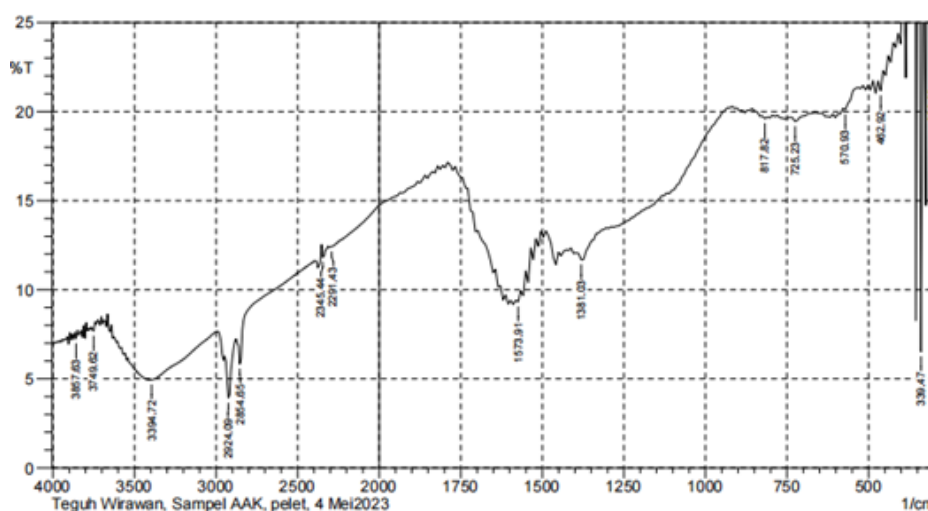
2.2.6 Variasi Konsentrasi

Sebanyak 0,065 gram arang aktif serbuk kulit buah lai dimasukkan ke dalam 25 mL larutan zat warna ungu dengan masing-masing konsentrasi 25, 50, 100, 150, 300 dan 500 mg/L dimana pH larutan diatur pada pH optimum dan diaduk menggunakan *shaker* dengan waktu optimum. Campuran dipisahkan menggunakan penyaringan dan filtrat ditentukan konsentrasi zat warna ungu dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Karakterisasi arang aktif serbuk kulit lai dengan Menggunakan FTIR

Pengujian FTIR dilakukan untuk melihat gugus fungsi pada sampel, Hasil pengujian FTIR arang aktif serbuk kulit lai dapat dilihat pada **Gambar 1**.



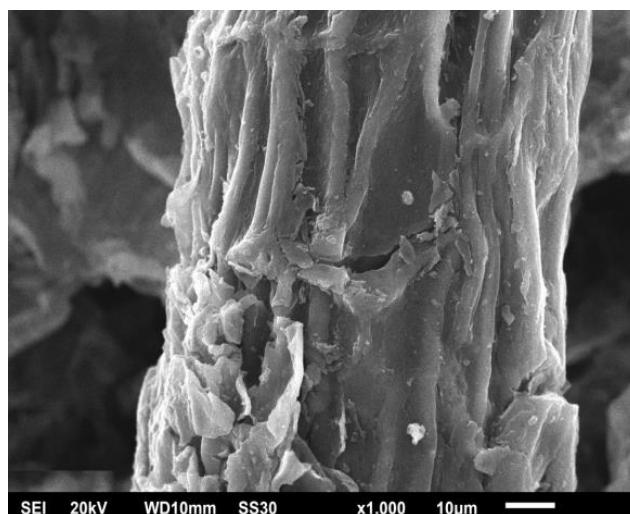
Gambar 1. Spektrum serapan gugus fungsional pada arang aktif serbuk kulit lai

Dari **Gambar 1** dapat dilihat hasil spektrum FTIR arang aktif serbuk kulit lai menunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang $3394,72\text{ cm}^{-1}$, pita serapan C-H pada bilangan gelombang $2854,65\text{--}2924,09\text{ cm}^{-1}$, pita serapan C=C pada bilangan gelombang $1573,91\text{ cm}^{-1}$, pita serapan C=O pada bilangan gelombang $1573,91\text{ cm}^{-1}$.

Berdasarkan hasil analisa menggunakan FT-IR menunjukkan bahwa gugus yang aktif yaitu gugus hidroksil (OH^-), gugus karboksil (CO) dan ($\text{C}=\text{C}$) aromatik yang akan berpengaruh pada adsorben arang aktif ini ketika digunakan untuk proses adsorpsi. Arang aktif memiliki gugus fungsional pada permukaannya yaitu gugus hidroksil dan gugus karboksil [7].

3.2 Hasil Karakterisasi arang aktif serbuk kulit lai dengan Menggunakan SEM

Karakterisasi menggunakan SEM dilakukan untuk melihat morfologi pada permukaan sampel, Hasil Karakterisasi menggunakan SEM arang aktif serbuk kulit lai dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Morfologi arang aktif serbuk kulit lai

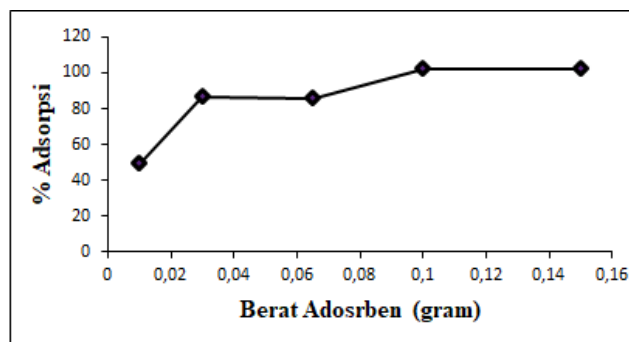
Dari **Gambar 2** pada karbon aktif diperoleh hasil berupa serat dengan permukaan pori terbuka yang tersebar di permukaan dan dinding rongga arang aktif serbuk kulit buah lai dan terjadi pembentukan pori serta retakan di permukaan arang aktif serbuk kulit buah lai. Struktur pori yang diperoleh dari proses aktivasi dengan menggunakan H_2SO_4 .

3.3 Luas Permukaan *Methylene Blue*

Pengujian arang aktif serbuk kulit buah lai teraktivasi kimia terhadap luas permukaan *methylene blue* untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap adsorbat dengan ukuran molekul besar berkisar $1,5\text{--}2,5\text{ nm}$. Hasil pengujian arang aktif serbuk kulit buah lai teraktivasi kimia yaitu sebesar $88,4660\text{ m}^2/\text{g}$. Nilai tersebut memenuhi standar SNI 06-3730-1995 minimal $300\text{ m}^2/\text{g}$. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif hasil penelitian ini efektif bila digunakan sebagai penyerap zat warna [8].

3.4 Penentuan Berat Optimum

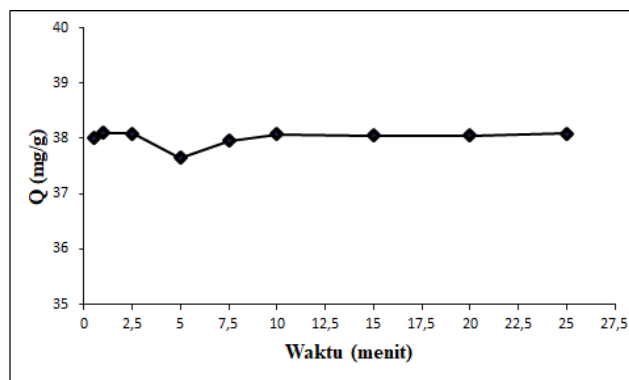
Berdasarkan hasil yang didapatkan pada **Gambar 3** berat optimum arang aktif serbuk kulit buah lai untuk mengadsorpsi 25 mL zat warna ungu pada konsentrasi 50 mg/L yaitu sebesar $0,1\text{ g}$ dimana semakin banyak adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi maka akan semakin banyak yang teradsorpsi dan akan terjadi keadaan setimbang.



Gambar 3. Grafik variasi berat arang aktif serbuk kulit buah lai terhadap % adsorpsi zat warna tekstil ungu

3.5 Penentuan Waktu Optimum

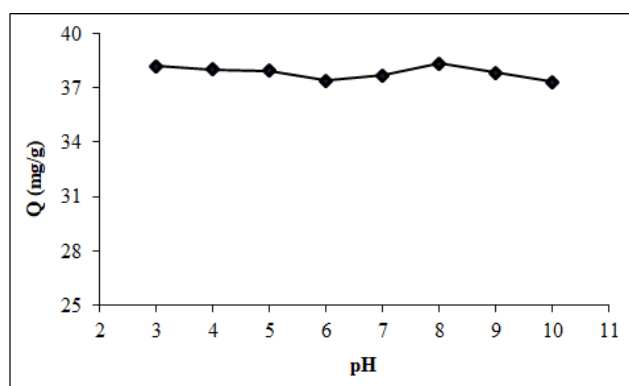
Waktu kontak optimum dicapai ketika kesetimbangan adsorben tidak mampu lagi menyerap adsorbat. Pada **Gambar 4** menunjukkan bahwa karbon aktif dari arang aktif serbuk kulit Li memiliki waktu kontak 1 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 38,10 mg/g dan persen penyerapan sebesar 99,07%. Setelah 1 menit waktu kontak, daya serap tidak meningkat lagi.



Gambar 4. Grafik variasi waktu arang aktif serbuk kulit buah lai terhadap kapasitas adsorpsi zat warna tekstil ungu Penentuan waktu optimum

3.6 Penentuan pH Optimum

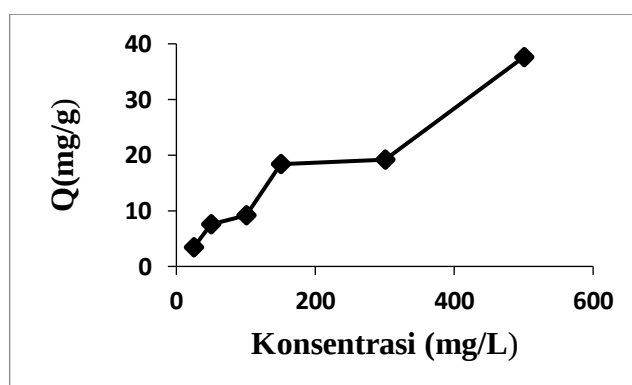
Nilai pH optimum adalah pH dimana adsorben memiliki kemampuan menyerap adsorbat tertinggi. Pada **Gambar 5** yang diperoleh dari adsorben arang aktif serbuk kulit buah lai dalam mengadsorpsi zat warna terjadi pada pH 8 dengan jumlah kapasitas adsorpsi sebesar 38,34 mg/g dan jumlah persen teradsorpsi sebesar 99,69%. Menurut [9] pada kondisi basa gugus hidroksil (OH^-) dari adsorben berinteraksi lemah dengan gugus amina dari zat warna. Pada pH 8 terjadi kesetimbangan dari zat warna dengan gugus hidroksil di dalam larutan sehingga zat warna mampu menangkap ion hidroksil yang ditambahkan. Tetapi pada pH 9-10 terjadi buah lai sedikit penurunan kapasitas adsorpsi dikarenakan adanya peningkatan ion OH^- di dalam larutan tidak mampu ditangkap oleh zat warna sehingga menurunkan daya adsorpsi zat warna dengan arang aktif.



Gambar 5. Grafik variasi pH arang aktif serbuk kulit buah lai terhadap kapasitas adsorpsi zat warna tekstil ungu penentuan pH Optimum

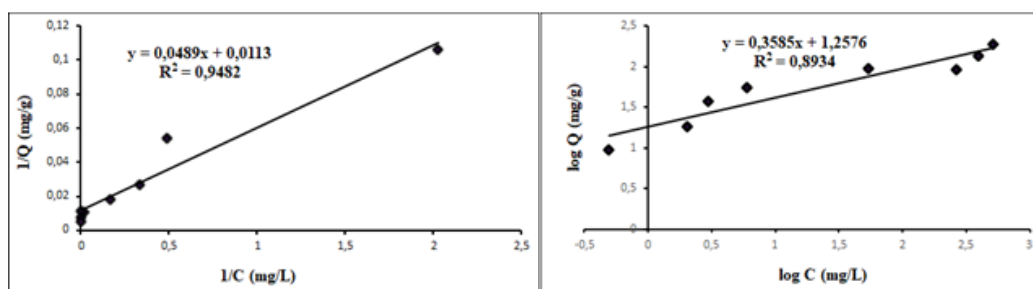
3.7 Variasi Konsentrasi Zat Warna Tekstil Ungu

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada **Gambar 6** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi zat warna ungu oleh arang aktif serbuk kulit buah lai pada variasi konsentrasi 300 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 94,83 mg/g dan % teradsorpsi sebesar 82,19%. Menurut [10] Peningkatan konsentrasi awal dikarenakan permukaan pada arang aktif serbuk kulit buah lai yang belum jenuh sehingga arang aktif serbuk kulit buah lai masih dapat menyerap molekul-molekul zat warna. Jika permukaan arang aktif serbuk kulit buah lai telah mencapai kejenuhan maka arang aktif serbuk kulit buah lai akan melepas molekul-molekul sehingga tingkat adsorpsinya menurun.



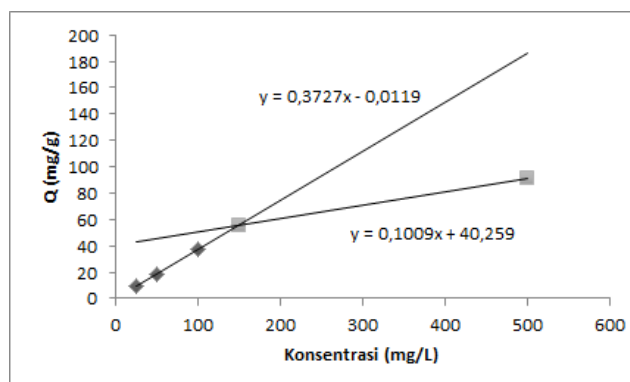
Gambar 6. Grafik variasi konsentrasi zat warna tekstil ungu terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif serbuk kulit

Menentukan isoterm yang sesuai untuk adsorben. Isoterm yang ditentukan yaitu isoterm Freundlich dan Langmuir. Berikut data isoterm pada adsorpsi fenol oleh arang aktif serbuk kulit buah lai seperti **Gambar 7**.



Gambar 7. Kurva isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich berdasarkan persamaan regresi pada adsorpsi zat warna tekstil ungu oleh arang aktif serbuk kulit buah lai

Pada **Gambar 7** menunjukkan bahwa isoterm adsorpsi zat warna ungu oleh arang aktif serbuk kulit buah lai diperoleh hasil yaitu pada isoterm Langmuir memiliki nilai R^2 sebesar 0,9482 dan isoterm Freundlich memiliki nilai R^2 sebesar 0,8934. Berdasarkan hasil tersebut adsorpsi zat warna ungu oleh arang aktif serbuk kulit buah lai mengikuti model isoterm Langmuir karena memiliki nilai R^2 yang lebih besar dari isoterm Freundlich sehingga dapat dikatakan bahwa interaksi adsorben dengan adsorbat terjadi secara *monolayer* sehingga kemampuan adsorpsinya sangat terbatas disebabkan setiap sisi-sisi aktif adsorben hanya mampu menyerap satu molekul adsorbat saja [11].



Gambar 8. Kapasitas adsorpsi maksimum

Berdasarkan **Gambar 8** didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum ditentukan dengan perpotongan 2 garis sehingga didapatkan hasil sebesar 55,209 mg/g.

3.8 Aplikasi Pada Air Limbah

Kondisi optimum penyerapan diperlukan untuk mengetahui daya serap air limbah dari industri tenun oleh arang aktif serbuk kulit lai. Konsentrasi air limbah warna ungu dari industri tenun sebesar 143,5 mg/L. Pada aplikasi air limbah sarung tenun dengan volume 25 mL ditambahkan karbon aktif pada kondisi waktu optimum 1 menit, berat arang aktif 0,065 g, dan pH 8 terjadi penurunan konsentrasi 28,53 mg/L dengan % penyerapan sebesar 80,11%.

4. KESIMPULAN

Arang aktif serbuk kulit lai memiliki gugus fungsional yaitu O-H, C-O dan C=C. Adsorpsi zat warna ungu dari limbah sarung tenun memiliki kondisi optimum berat adsorben sebesar 0,065 g, waktu kontak 1 menit, pH optimum 8, konsentrasi optimum sebesar 300 mg/g. Jenis isoterm Langmuir dan kapasitas adsorpsi sebesar 55,20 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitriansyah, A., Amir, H., & Elvinawati, E. (2021). Karakterisasi Adsorben Karbon Aktif dari Sabut Pinang (*Areca Catetchu*) Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Indigosol Blue 04-B. *Alotrop*, 5(1), 42-54.
- [2] Kurniasih, M., Riapanitra, A., & Rohadi, A. (2014). Adsorpsi Rhodamin B dengan Adsorben Kitosan Serbuk dan Beads Kitosan. *Sains dan Matematika*, 2(2).27-33.
- [3] Khairiah, J. H. (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] Hanum, F., Gultom, R. J., & Simajuntak, M. (2017). Adsorpsi zat warna metilen biru dengan karbon aktif dari kulit durian menggunakan KOH dan NaOH sebagai aktivator. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1). 49-55.

-
- [5] Suprianofa, C. (2016). Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Sebagai Adsorben Zat Warna Dari Limbah Cair Tenun Songket Dengan Aktivator KOH (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
 - [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] Kurniati, F.D., Pardoyo & Suhartana. (2011). *Sintesis Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Asap Cair*. Journal Of Scientific and Applied Chemistry. 14(3), 72-76.
 - [8] Alimah, D. 2017. *Sifat dan Mutu Arang Aktif Tempurung Biji Mete (Anacardium occidentale L.)*. Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehidupan Banjarbaru. 35(2). 123-133.
 - [9] Hanum, F., Gultom, R. J., & Simajuntak, M.(2017). Adsorpsi zat warna metilen biru dengan karbon aktif dari kulit durian menggunakan KOH dan NaOH sebagai aktivator. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1). 49-55.
 - [10] Anggraini, E. J. (2019). *Karakterisasi Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi Fisik dan Kimia Sebagai Adsorben Rhodamin B*. Skripsi. FMIPA, Jurusan Kimia, Universitas Mulawarman, Samarinda. [11] Handayani, M . (2009). Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) Oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*. 1, 130-136.