

## UJI DAYA ADSORPSI ADSORBEN ARANG BIJI SALAK UNTUK MENJERAP METHYLEN BLUE

**Retno Ambarwati Sigit Lestari, Rudi Firyanto, Hotmaria Sitompul**

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang  
Jl. Pawiyatan Luhur Bendhan Duwur Semarang 50236.

\*Email: retnotengaran@gmail.com

### Abstrak

Zat warna yang sering digunakan pada industri tekstil ialah methylene blue yang merupakan senyawa aromatik heterosiklik kationik. Konsentrasi methylene blue untuk nilai ambang batas yang diperbolehkan dalam perairan sekitar (5 – 10) mg/L. Bila tidak ada proses pengolahan limbah terlebih dahulu, zat warna ini dapat menjadi salah satu zat pencemar berbahaya. Limbah cair tersebut mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun yang keberadaannya dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses-proses biologis yang terjadi di dalamnya serta dampak buruk lainnya. Salah satu cara untuk menurunkan konsentrasi pencemar pada air limbah dapat dilakukan dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben. Adsorben dapat dibuat dari biomassa yang ada di lingkungan kita. Biji salak merupakan salah satu bahan yang digunakan sebagai adsorben untuk menyerap methylen blue pada limbah industri garmen. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui potensi arang biji salak yang diaktifkan secara kimia dan fisika dalam menyerap methylene blue. Sebelum digunakan sebagai adsorben, biji salak dipirolisis menjadi arang pada suhu 300<sup>o</sup> C. Arang biji salak selanjutnya diaktifkan secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan pemanasan suhu 300<sup>o</sup> C, sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan perendaman arang biji salak dalam larutan KOH. Dari penelitian didapat hasil konsentrasi KOH optimum 5 M dan waktu aktivasi optimum 24 jam dengan kapasitas adsorpsi adsorben terhadap methylene blue sebesar 95,0616%.

**Kata kunci:** Adsorben arang biji salak, limbah industri tekstil, methylen blue

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Namun perkembangan industri yang pesat memberi dampak pencemaran terhadap lingkungan, karena industri sebagian besar membuang limbah cair ke perairan, yang salah satunya limbah cair tekstil yang dibuang ke anak sungai yang akan bermuara pada sungai (Supenah dkk., 2015). Bila tidak ada proses pengolahan limbah terlebih dahulu, maka zat warna ini dapat menjadi salah satu zat pencemar berbahaya (Silva dkk., 2019). Limbah industri tekstil mengandung zat warna dengan kadar sekitar (20 – 30 ) mg/L sehingga sukar terurai secara alami serta menyebabkan terganggunya ekosistem dalam air. Zat warna yang sering digunakan pada industri tekstil ialah methylene blue yang merupakan senyawa aromatik heterosiklik kationik. Konsentrasi methylene blue untuk nilai ambang batas yang diperbolehkan dalam perairan sekitar (5 – 10) mg/L (Falasihyah dkk., 2015). Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi yang mampu mempercepat penguraian limbah zat warna.

Dalam menanggulangi masalah limbah zat warna dalam air dapat menggunakan beberapa

metode seperti degradasi elektrokimia, pertukaran ion, adsorpsi, filtrasi membran, koagulasi dan flokulasi. Adsorpsi banyak digunakan dalam penanganan ion logam berat. Adsorpsi memiliki banyak kelebihan diantaranya operasi sederhana, tingkat penyerapan tinggi, biaya rendah, dan adsorben dapat digunakan kembali (Li dkk., 2020).

Adsorben yang baik harus memiliki spesifikasi, seperti luas permukaan spesifik yang besar, laju adsorpsi yang cepat, dan waktu kesetimbangan yang singkat (Cai dkk., 2019). Arang biomassa memiliki prospek yang baik sebagai adsorben yang sangat efisien, karena harganya yang murah, sumber material yang luas, dan kurangnya dampak ekologis.

Arang biomassa adalah bahan padat dengan kandungan karbon tinggi, pada suhu pembakaran di bawah 700 °C dengan oksigen dalam jumlah terbatas. Biomassa, yang digunakan sebagai bahan baku untuk produksi arang biomassa, biasanya bersumber dari serpihan kayu, batang tanaman, bangkai hewan, pupuk kandang, lumpur, dan daun (Tan dkk., 2017). Arang biomassa memiliki karakteristik yang menguntungkan, seperti struktur pori yang unik, luas permukaan spesifik yang besar,

gugus fungsi aktif permukaan yang kompleks, dan sifat kimia yang stabil (Xiao dkk., 2020).

Untuk meningkatkan karakteristik adsorpsi arang biomassa, banyak studi modifikasi yang berguna telah dilakukan untuk meningkatkan sifat fisikokimia yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi dan selektivitas terhadap kontaminan. Sifat fisikokimia permukaan yang unik dan struktur pori arang biomassa memainkan peran penting dalam kemampuannya untuk menyerap logam berat. Struktur arang biomassa yang berpori menghasilkan peningkatan energi permukaan spesifik dan menyediakan situs tambahan yang efektif untuk adsorpsi logam berat (Wang dkk., 2018). Permukaan arang biomassa kaya akan gugus fungsi, seperti gugus karboksil, karbonil, hidroksil, dan amino, yang menunjukkan afinitas yang baik terhadap kation logam. Selain itu, permukaan arang biomassa mencemari komponen mineral yang dapat meningkatkan kinerja adsorpsi, dan meningkatkan kompleksasi dan co-presipitasi arang biomassa dan ion logam berat. Selain itu, banyaknya muatan negatif pada permukaan arang biomassa meningkatkan kapasitas pertukaran kationnya. Ion logam berat umumnya bermuatan positif, sehingga meningkatkan daya tarik elektrostatik arang biomassa ke ion logam berat dan memungkinkan karakteristik adsorpsi yang baik (Sizmur dkk., 2017).

Perbedaan kondisi pirolisis, waktu tinggal, bahan baku, dan kadar air, sampel arang biomassa menunjukkan keragaman dalam distribusi pori, komposisi unsur, pH, luas permukaan spesifik, kapasitas pertukaran kation, gugus fungsi permukaan, dan sifat fisik dan kimia lainnya (Krutof dkk., 2020). Sejumlah besar penelitian telah menunjukkan bahwa di antara banyak faktor, bahan baku yang digunakan untuk menyiapkan suhu arang biomassa dan pirolisis memiliki pengaruh paling signifikan terhadap sifat fisiko kimianya.

Unsur-unsur penyusun arang biomassa terkait erat dengan bahan baku yang digunakan. Proporsi selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang ada dalam berbagai bahan baku biomassa mempengaruhi komposisi unsur arang biomassa. Secara umum, arang biomassa terutama terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan unsur-unsur umum lainnya, di mana karbon membentuk lebih dari 50% (kecuali arang biomassa yang berasal dari pupuk kandang dan lumpur). Nzediegwu dkk. (2021) menggunakan tiga lignoselulosa (serbuk

gergaji, jerami kanola, dan jerami gandum) dan satu bahan baku non-lignoselulosa (pelet pupuk kandang) dipirolisis pada suhu yang berbeda. Mereka menemukan bahwa luas permukaan spesifik, dipengaruhi bahan baku, yang terutama disebabkan oleh perbedaan selulosa dan lignin dalam bahan baku biomassa. Selain itu, luas permukaan spesifik dan diameter pori arang biomassa secara signifikan dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan.

Peningkatan suhu pirolisis menyebabkan jumlah hidrogen, nitrogen, sulfur, dan unsur-unsur lainnya serta kapasitas pertukaran kation dan jumlah gugus fungsi yang mengandung oksigen permukaan menurun, sedangkan tingkat aromatisasi arang biomassa meningkat. Kondisi ini tidak kondusif untuk adsorpsi logam berat. Di sisi lain, dengan peningkatan suhu pirolisis, luas permukaan spesifik, struktur void, dan alkalinitas arang biomassa meningkat, yang kondusif untuk adsorpsi logam berat. Zhang dkk. (2020) mempelajari fungsi dalam arang biomassa yang diperoleh dari pirolisis kayu poplar pada suhu yang berbeda.

Karakterisasi DRIFTS dan Raman menunjukkan bahwa gugus karboksil kurang stabil dibandingkan gugus karbonil. Fungsi aldehida dan keton terbentuk pada 200 C, dan mendominasi pada 300—500 °C. Selain itu, peningkatan luas permukaan spesifik serta kinerja adsorpsi dan fiksasi logam berat untuk arang biomassa tanaman lebih tinggi daripada arang biomassa kotoran sapi. Secara umum, arang biomassa yang dihasilkan oleh pirolisis pada suhu sekitar 300 °C memiliki lebih banyak gugus fungsi yang mengandung oksigen, sedangkan arang biomassa yang dihasilkan oleh pirolisis pada 500—700 C mengandung lebih banyak mikropori dan luas permukaan yang lebih besar (Oliveira dkk., 2017). Abu dan kandungan mineral dalam arang biomassa juga meningkat dengan meningkatnya suhu pirolisis.

Bahan baku, metode persiapan, suhu pirolisis, waktu tinggal, metode pretreatment, dan metode modifikasi arang biomassa memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat-sifat arang biomassa, yang pada gilirannya menentukan kemampuan arang biomassa untuk menyerap dan memperbaiki logam berat. Oleh karena itu, banyak faktor kunci yang harus dipertimbangkan selama persiapan arang biomassa. Suhu pirolisis memiliki efek yang signifikan pada kapasitas adsorpsi arang biomassa.

Pembuatan arang aktif dari biji salak belum pernah diteliti. Biji salak merupakan limbah dari buah salak (25-30%) dari buah salak utuh. Menurut Widjajanti dkk. (2011), komposisi kimia biji salak meliputi protein 5,75 %, lemak 0,42%, abu 4,16 %, fenol 0,69 %, aktivitas Antioksidan 12,06%, dan karbohidrat 89,67 % yang terdiri dari 28,98% selulosa dan 59,37% hemiselulosa berupa glukomanan (Pratiwi dkk., 2021). Selulosa dan senyawa aktif yang terkandung dalam biji salak dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben karbon aktif (Prihardani, 2023). Besarnya kandungan karbohidrat ini, menjadikan biji salak layak untuk dimanfaatkan menjadi adsorben. Melimpahnya limbah biji salak di Pulau Jawa, khususnya di daerah Sleman Yogyakarta, maka pembuatan adsorben dari arang biji salak ini akan dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah biji salak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi arang biji salak yang diaktifkan secara kimia dan fisika dalam menyerap methylene blue. Untuk memprediksi kapasitas adsorpsi arang aktif biji salak terhadap methylene blue, dalam penelitian ini digunakan dua jenis isoterm adsorpsi, yaitu Langmuir dan Freundlich. Isoterm adsorpsi akan dapat menggambarkan bagaimana zat terlarut berinteraksi dengan adsorben untuk mengoptimalkan fungsi adsorben, memprediksi kapasitas adsorpsi dalam kondisi tertentu, dan menentukan jenis adsorpsi. Isoterm adsorpsi dapat digunakan untuk menentukan mekanisme adsorpsi dalam cairan dan fase padat (Saleh, 2022).

## 2. METODOLOGI

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu biji salak, kalium hidroksida (KOH), HCl, larutan sintesis methylene blue, dan aquades.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, seperangkat alat pirolisis, seperangkat glassware, shaker, oven, furnace, dan kertas saring. Untuk keperluan analisis digunakan instrumen Spektrofotometri UV-Vis.

### Preparasi Sampel

Pada preparasi sampel, biji salak dicuci bersih kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kadar air sekitar 20%. Selanjutnya biji salak dipirolisis pada suhu

300°C selama 1 jam. Arang yang dihasilkan digiling hingga menjadi serbuk dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

### Pengaktifan Arang Biji Salak Menjadi Adsorben

Hasil ayakan arang biji salak direndam dengan larutan KOH 1M, 2M, 3M, 4M, dan 5M dengan waktu yang bervariasi yaitu 3 jam, 6 jam, 9 jam, 12 jam dan 24 jam. Hasil aktivasi dicuci dengan akuades hingga netral (menggunakan kertas pH). Setelah netral di diaktivasi dengan pemanasan pada suhu 300°C di dalam furnace selama 1 jam.

### Analisis Karakterisasi SEM dan FTIR

Arang biji salak sebelum dan setelah diaktivasi dikarakterisasi dengan SEM untuk menentukan struktur permukaan adsorben. Arang biji salak sebelum dan setelah diaktivasi dikarakterisasi dengan FTIR untuk menentukan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben.

### Pembuatan Larutan Sampel

Larutan sampel dibuat dengan cara mengencerkan larutan standar methylene blue 1000 mg/L dengan akuades menjadi larutan sampel yang konsentrasinya 10 mg/L.

### Pengujian Daya Adsorpsi Adsorben Arang Biji Salak

#### Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Proses adsorpsi methylene blue dalam limbah cair menggunakan adsorben arang biji salak dilakukan dengan memasukkan adsorben arang biji salak sejumlah 0,1 gram ke dalam botol yang berisi 10 ml methylene blue konsentrasi 10 mg/L. Kemudian mengkontakkan sampel dengan adsorben dengan cara diaduk pada kecepatan 100 rpm selama 30 menit dengan shaker. Setelah selesai, disaring dengan kertas whatman no 42 dan filtratnya di uji dengan spektrofotometer.

Pada proses adsorpsi, jumlah zat yang dapat diserap oleh adsorben mempunyai perbandingan tertentu tergantung pada sifat zat yang diserap, jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Dari variabel tersebut maka dapat diturunkan menjadi dua bentuk persamaan yang terkenal yaitu:

#### 2.1. Persamaan Langmuir

Model Langmuir menjelaskan adsorpsi monolayer pada permukaan yang seragam secara energi dimana tidak ada interaksi antar

lapisan. Persamaan Langmuir (1) sebagai berikut:

$$\frac{Ce}{qt} = \frac{1}{a} Ce + \frac{1}{ab} \quad (1)$$

Dengan:  $qt$  = efektivitas adsorpsi (mg/g),  $b$  = konstanta langmuir,  $Ce$  = konsentrasi sisa (mg/L),  $a$  = kapasitas adsorpsi maksimum (mg/l).

## 2.2. Persamaan Freundlich

Freundlich untuk menjelaskan interaksi antar molekul yang teradsorpsi. Model ini berlaku untuk adsorpsi heterogenitas permukaan (Saleh 2022) dan adsorpsi reversibel. Isoterm dengan meningkatnya sebagian kecil dari situs yang ditempati.

$$qt = KCe^{1/n} \quad (2)$$

$$\log qt = \log K + \frac{1}{n} \log Ce \quad (3)$$

$Ce$  = konsentrasi adsorbat dalam larutan setelah diserap,  $K$  = konstanta Freundlich atau kapasitas penyerapan relatif (mg/g),  $k$  dan  $n$  adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva  $\log qt$  terhadap  $\log Ce$  akan diperoleh persamaan linear dengan intersep  $\log k$  dan kemiringan  $1/n$ , sehingga nilai  $k$  dan  $n$  dapat dihitung.

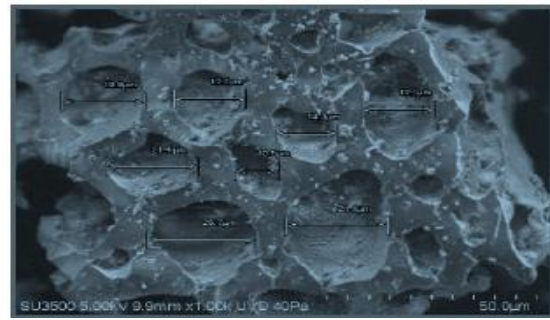
## Penentuan Pola Isoterm Adsorpsi

Berdasarkan data yang diperoleh pada uji kapasitas penyerapan arang biji salak terhadap methylene blue selanjutnya di analisis berdasarkan pola isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich.

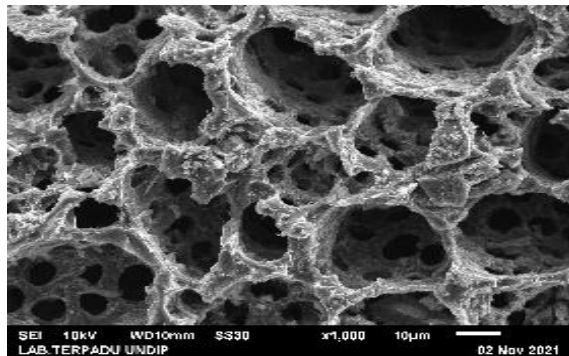
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Hasil SEM dan FTIR

Karakterisasi arang aktif biji salak menggunakan instrumen Scanning Electron Microscope (SEM) untuk melihat struktur morfologi pori-pori pada permukaan arang biji salak yang belum diaktivasi seperti pada Gambar 1 (Prihardani dkk., 2023) dan setelah diaktivasi hasil penelitian ini seperti pada Gambar 2.



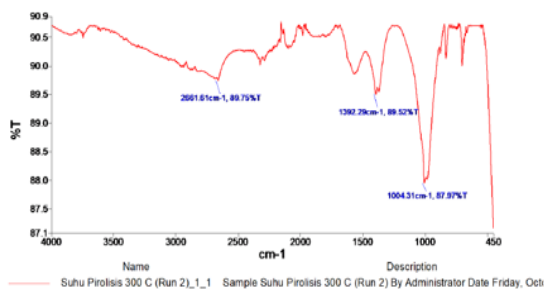
Gambar 1. Hasil SEM Pori Adsorben Arang Biji Salak (Prihardani dkk., 2023)



Gambar 2. Hasil SEM Pori Adsorben Arang Biji Salak setelah Diaktivasi

Berdasar hasil SEM arang aktif biji salak pada Gambar 2 dari hasil penelitian ini bila dibandingkan dengan hasil SEM arang biji salak yang belum diaktifkan yang dilakukan oleh Prihardani dkk. (2023) seperti pada Gambar 1, nampak bahwa arang biji salak yang telah diaktifkan dengan merendam dalam larutan KOH 5 M selama 24 jam, terlihat struktur pori arang aktif biji salak telah terbentuk yang ditandai dengan banyaknya rongga kosong yang dalam dengan banyak mikro pori di dalam rongga-rongga tersebut. Sedangkan arang biji salak yang belum diaktifkan pori-porinya belum terbuka sempurna.

Dari hasil uji spectra terhadap arang aktif hasil pirolisis biji salak pada suhu 300°C dengan NaOH 5 M, pada Gambar 3 terdapat puncak-puncak serapan yang masing-masing terletak pada kisaran bilangan gelombang 3400  $cm^{-1}$ , (tepatnya 2661,61  $cm^{-1}$ , 1600  $cm^{-1}$  (tepatnya 1392), 1000  $cm^{-1}$  tepatnya (1004,31  $cm^{-1}$ ).



**Gambar 3. Hasil Uji FTIR Adsorben Arang Biji Salak**

Puncak serapan pada kisaran 3400 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi bengkokan untuk gugus O-H. Sedangkan serapan pada kisaran bilangan gelombang 1600 cm<sup>-1</sup> diasosiasikan sebagai vibrasi regangan untuk gugus -OH, serta puncak lainnya pada serapan 1004,31 cm<sup>-1</sup> mengindikasikan keberadaan gugus Si-O-Si dan juga Si-O-Al (Bakkali dkk, 2016).

**3.2. Uji Daya Adsorpsi Adsorben Arang Biji Salak**

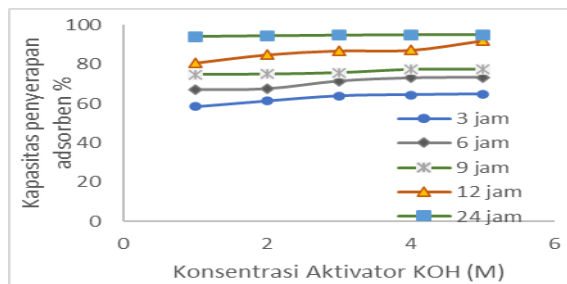
Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh konsentrasi aktivator KOH terhadap daya serap arang aktif biji salak terhadap methylen blue serta pengaruh waktu aktivasi aktivator KOH terhadap daya serap arang aktif biji salak terhadap methylen blue. Konsentrasi awal larutan limbah yang digunakan adalah 10 ppm, volume adsorbat 10 mL dan waktu kontak 30 menit. Massa adsorben yang digunakan masing-masing adalah 0,1 gram. Hasil perbandingan komposisi adsorben optimum dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi KOH dan Waktu Perendaman Adsorben terhadap Kapasitas Penyerapan Adsorben**

KOH (M)	Kapasitas Penyerapan Adsorben Terhadap Methylen Blue (%)				
	Waktu Perendaman (jam)				
	3	6	9	12	24
1	58,51	67,25	74,72	80,53	93,99
2	61,34	67,65	74,94	84,82	94,39
3	63,83	71,54	75,72	86,86	94,74
4	64,44	73,13	77,53	87,12	94,93
5	64,76	73,37	73,37	91,99	95,06

Berdasarkan Tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi aktivator KOH pada berbagai waktu aktivasi terhadap

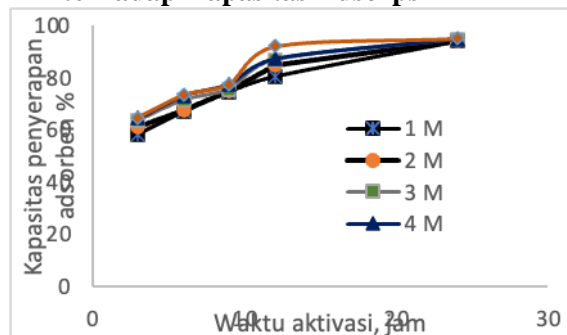
kapasitas penyerapan arang aktif biji salak terhadap methylene blue.



**Gambar 4. Hubungan konsentrasi KOH terhadap kapasitas adsorpsi Adsorben Arang Biji Salak terhadap Methylene Blue**

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 4. dapat dilihat hubungan konsentrasi KOH terhadap kapasitas adsorpsi Methylene Blue (MB), menunjukkan kemampuan daya serap MB meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan KOH sebagai aktivator arang biji salak. Daya serap yang semakin besar menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif juga semakin besar. Luas permukaan karbon aktif yang semakin besar mampu mengadsorpsi larutan methylene blue semakin banyak, hal ini dikarenakan semakin besarnya bidang kontak yang menyerap adsorbat. Nilai kapasitas adsorpsi adsorben arang biji salak terhadap MB optimum dihasilkan pada konsentrasi larutan KOH 5 M dengan waktu perendaman selama 24 jam diperoleh daya serap sebesar 95,0616%.

**3.3. Pengaruh Waktu Perendaman Adsorben terhadap Kapasitas Adsorpsi**



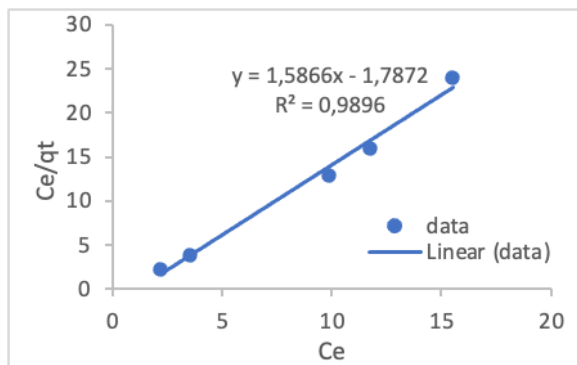
**Gambar 5. Hubungan waktu aktivasi KOH terhadap Kapasitas adsorpsi Adsorben Arang Biji Salak terhadap Methylene Blue**

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 5. dapat dilihat hubungan waktu aktivasi (perendaman arang biji salak menggunakan larutan KOH) terhadap kapasitas adsorpsi

adsorben arang biji salak terhadap methylene blue menunjukkan bahwa jumlah methylene blue yang teradsorpsi semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu aktivasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Hartanto & Ratnawati (2010) semakin lama waktu aktivasi membuat pori yang terbentuk semakin banyak, sehingga daya serap akan semakin besar pula. Hal inilah yang menyebabkan arang yang diaktivasi selama 24 jam dapat mengadsorpsi methylene blue lebih besar dibandingkan aktivasi dengan waktu 3 jam, 6 jam, 9 jam dan 12 jam. Penyerapan optimum yang dihasilkan oleh adsorben dengan aktivasi selama 24 jam dan konsentrasi larutan KOH 5 M sebesar 95,0616%.

**Penentuan Harga Konstanta Freundlich dan Langmuir**

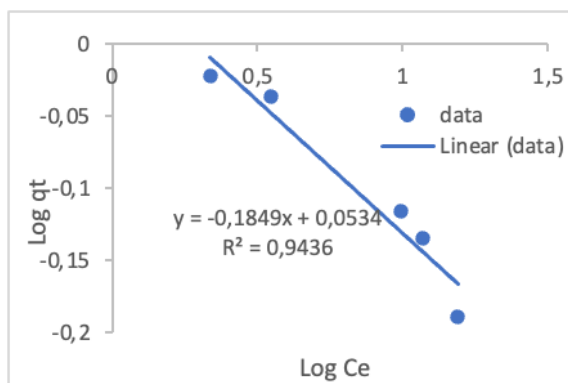
Berdasar hasil adsorpsi arang biji salak yang telah diaktifkan diperoleh grafik hubungan  $C_e/q_t$  versus  $C_e$  sesuai persamaan (1) seperti pada Gambar 3, dan diperoleh  $\frac{1}{ab} = -1,7872$ ;  $\frac{1}{a} = 1,5866$ , atau  $a = 0,63$  dan  $b = -0,79$ .



Gambar 3.5 Hubungan  $C_e/q_t$  Vs  $C_e$

**Persamaan Freundlich**

Berdasar data pada Tabel 3 dan persamaan (3) dapat dibuat grafik hubungan  $\log C_e$  versus  $\log q_t$  seperti Gambar 3.6. dan dari grafik tersebut diperoleh nilai  $\log K = 0,0534$  dan  $1/n = -0,1849$ , atau  $K = 1,131$  dan  $n = -5,41$ .



Gambar 3.6. Hubungan  $\log q_t$  Vs  $\log C_e$

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0.9$ . Dari Gambar 3.5 dan 3.6 terlihat bahwa persamaan adsorpsi Langmuir dengan  $R^2 = 0,9896$  dan adsorpsi Freundlich dengan  $R^2 = 0,9436$ . Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion methylen blue oleh adsorben arang biji salak. Diperoleh persamaan Langmuir  $C_e/q_t = 1,5866 C_e - 1,7872$  dan persamaan Freundlich  $\log q_t = -0,1849 \log C_e + 0,0534$  serta harga konstanta dari kedua persamaan tersebut seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Konstanta untuk Persamaan Isoterm Adsorpsi

Isoterm	Konstanta	Nilai
Langmuir	a	0,63
	b	-0,79.
Freundlich	K	1,131
	n	-5,41

**4. KESIMPULAN**

Adsorben arang biji salak yang diaktifkan dengan larutan KOH 5 M dengan perendaman selama 24 jam, dengan pemanasan suhu 300°C selama 1 jam mampu menyerap methylene blue sebesar 95,0616%. Persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion methylen blue oleh adsorben arang aktif biji salak.

**DAFTAR PUSTAKA**

Cai, C.Y., Zhao, M.H., Yu, Z., Rong, H.W., Zhang, C.S., (2019), Utilization of nanomaterials for in-situ remediation of heavy metal(loid) contaminated

- sediments: a review, *Sci. Total Environ.* 662 (2019) 205–217.
- Falahiyah, D. (2015). Adsorpsi Methylene Blue menggunakan Abu dari Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Sulfat. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Gopal Reddi, M.R., Gomathi, T., Saranya M., Sudha, P.N., (2017), Adsorption and kinetic studies on the removal of chromium and copper onto Chitosan-g-malic anhydride-g-ethylene dimethacrylate, *International Journal of Biological Macromolecules.* 104, 1578-1585.
- Hartanto, S, & Ratnawati (2010), *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kleapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia.* *Jurnal Sains Materi Indonesia* Vol. 12 no. 1, hal. 12-16. ISSN: 14111098
- Krutof, A., Bamdad, H., Hawboldt, K.A., MacQuarrie, S., (2020) Co-pyrolysis of softwood with waste mussel shells: biochar analysis, *Fuel* 282, 118792.
- Li, Z.H., Xing, B., Ding, Y., Li, Y.C., Wang, S.R., (2020), A high-performance biochar produced from bamboo pyrolysis with in-situ nitrogen doping and activation for adsorption of phenol and methylene blue, *Chin. J. Chem. Eng.* 28 (11), 2872–2880.
- Nzediegwu, C., Arshad, M., Ulah, A., Naeth, M.A., Chang, S.X., (2021), Fuel, thermal and surface properties of microwave-pyrolyzed biochars depend on feedstock type and pyrolysis temperature, *Bioresour. Technol.* 320, 124282.
- Oliveira, F.R., Patel, A.K., Jaisi, D.P., Adhikari, S., Hui, L., Khanal, S.K., (2017), Environmental application of biochar current status and perspectives, *Bioresour. Technol.* 246, 110–122.
- Pratiwi, D.E., Putri, S.E. Haeruddin, M. I. W. (2021). Analysis of Nutritional Content of SalakSeed Coffee, Pekkabata Village, Duampanua District, Pinrang Regency. *X(1)*, 16–19.
- Prihardani, F., Sari, N.M., Triana, N.W., 2023, Pembuatan Tablet Arang Aktif Dari Biji Salak Dengan Proses Karbonisasi, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono XIX*, 110-118.
- Saleh, T.A., 2022. Chapter 4 - Isotherm models of adsorption processes on adsorbents and nanoadsorbents. *Interface Science and Technology* 34, 99–126.
- Silva, F., Nascimento, L., Brito, M., da Silva, K., Paschoal, W., and Fujiyama, R. (2019). Biosorption of Methylene Blue Dye Using Natural Biosorbents Made from Weeds. *Materials*, 12(15), 1–16.
- Sizmur, T., Fresno, T., Akgül, G., Frost, H., Moreno-Jiménez, E., (2017), Biochar modification to enhance sorption of inorganics from water, *Bioresour. Technol.* 246, 34–47.
- Song, X.D., Xue, X.Y., Chen, D.Z., He, P.J., Dai, X.H., (2014), Application of biochar from sewage sludge to plant cultivation: influence of pyrolysis temperature and biochar-to-soil ratio on yield and heavy metal accumulation, *Chemosphere* 109, 213–220.
- Supenah, P., Widyastuti, E., & Priyono, E (2015). *Kajian Kualitas air Sungai Condong yang Terkena Buangan Limbah Cair Industri Batik Trusmi Cirebon.* *Biosfera*, 32(2), 110-118
- Tan, X.F., Liu, S.B., Liu, Y.G., Gu, Y.L., Zeng, G.M., Hu, X.J., Wang, X., Liu, S.B.H., Jiang, L.H., (2017), Biochar as potential sustainable precursors for activated carbon production: multiple applications in environmental protection and energy storage, *Bioresour. Technol.* 227, 359–372.
- Wang, C., Wang, H., (2018), Pb(II) sorption from aqueous solution by novel biochar loaded with nanoparticles, *Chemosphere* 192, 1–4.
- Widjajanti, E., Regina, T. P., & M. Pranjoto., (2011). *Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Pewarna Azo Metil Biru dan Metil Jingga.* *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Universitas Yogyakarta*, K15 -K22.
- Xiao, F., Bedane, A.H. Mallula, S. Sasi, P.C., Alinezhad, A., Soli, D, Hagen, Z.M., Mann, M.D. (2020) Production of granular activated carbon by thermal air oxidation of biomass charcoal/biochar for water treatment in rural communities: a mechanistic investigation, *Chem. Eng. J. Adv.* 4, 100035.

Zhang, C.T., Zhang, Z.M., Zhang, L.J., Li, Q.Y., Li, C.C., Chen, G.Z., Zhang, S., Liu X., Hu, Q., (2020), Evolution of the functionalities and structures of biochar in pyrolysis of poplar in a wide temperature range, *Bioresour. Technol.* 304, 123002.