



Adsorption Of Methylene Blue Using Active Charcoal From Empty Fruit Bunch (EFB)



Teguh Wirawan ^{a*}, Ishak Wiradikara Az ^a, Noor Hindryawati ^a

^aDepartement of Chemistry, FMIPA, Univesitas Mulawarman, Indonesia

* Corresponding Author : hindryawati@gmail.com

ABSTRACT

Research on the adsorption of methylene blue by activated charcoal from Empty Fruit Bunch (EFB) has been carried out. The purpose of this study was to synthesize activated charcoal from EFB, characterize it, and use it as an adsorbent for methylene blue. Activated charcoal was synthesized by carbonation in a furnace at 300°C for 1 hour. Chemical activation was carried out by immersion in an HCl solution for 24 hours. Characterization was carried out by proximate test, determination of functional groups using Fourier Transform Infrared (FT-IR), and determining material shape with X-Ray Diffraction (XRD). The study of activated charcoal adsorption as methylene blue adsorbent was carried out by treating variations in contact time, adsorbent weight, and concentration. The results of the proximate test with the parameters of surface area, moisture content, and ash content were 162.12 m²/g; 0.52%; and 5.27%, respectively. The results of the FT-IR characterization test showed an aromatic C-H, C=C, and C-O. Based on the results of characterization with XRD giving a pattern at a diffraction angle of 2θ 20 - 30°, it was seen that there was a wide peak which indicated that it had an amorphous structure. The optimum conditions for methylene blue adsorption occurred at a contact time of 40 minutes, and the adsorbent weight was 0.1 g for 10 mL of 50 ppm methylene blue. The adsorption of methylene blue followed the Freundlich isotherm adsorption pattern and had a maximum adsorption capacity of 8.92 mg/g

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



Article History

Received 2021-07-06

Revised 2023-08-07

Accepted 2023-11-03

Keywords

Empty fruit bunch
Activated charcoal
Adsorption
Methylene blue

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan komoditi perkebunan penghasil minyak sawit *Crude Palm Oil* (CPO) memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan. Tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu limbah utama dari hasil pengolahan buah kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga banyak tandan kosong yang dibiarkan begitu tanpa adanya proses pengolahan. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang tidak tertangani ini menimbulkan bau yang menyengat serta menjadi sarang lalat untuk berkembang biak, maka dianggap sebagai limbah yang mencemari lingkungan dan sumber bibit penyakit. Pemilihan TKKS sebagai bahan pembuatan arang aktif dikarenakan potensi bahannya yang cukup melimpah dan mudah untuk didapatkan. TKKS 23% merupakan tandan buah segar, memiliki bahan lignoselulosa sebesar 55-60% berat kering. Lignoselulosa adalah penyusun komponen utama TKKS yang memiliki kemampuan mengadsorpsi logam berat karena TKKS memiliki gugus aktif -OH dan -COOH. Material yang mengandung lignoselulosa dapat dijadikan bahan pembuatan karbon aktif atau arang aktif, dimana memiliki kemampuan mengadsorpsi dengan baik [1].

Salah satu zat yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif adalah zat warna. Salah satu zat warna yang dimaksud merupakan *methylene blue*. *Methylene blue* merupakan zat berbahaya bagi kesehatan manusia yang dapat menimbulkan iritasi pada kulit dan saluran pencernaan jika

terhirup dapat menimbulkan sianosis [2]. *Methylene blue* dapat dihilangkan atau diturunkan dengan menggunakan beberapa adsorben, salah satunya yakni arang aktif. Kecepatan adsorpsi *methylene blue* sangatlah cepat dimana dalam waktu 1 jam 85% *methylene blue* dapat terserap sedangkan pada waktu yang lebih lama yakni 5 jam *methylene blue* dapat hilang dalam larutan 96,3%. Interaksi permukaan arang aktif dan adsorbat dominan terjadi melalui proses penukaran kation [3].

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang pembuatan arang aktif dari TKKS yang diaktivasi dengan bahan kimia untuk mengadsorpsi senyawa *methylene blue*, diharapkan dari penelitian ini dapat memberi hasil adsorpsi yang lebih maksimal terhadap penyerapan *methylene blue*.

2. Metodologi

2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah corong *Buchner*, botol reagen, gelas kimia 1000 mL, *shaker*, batang pengaduk, corong kaca, spatula, *hot plate*, cawan petri, gelas ukur 100 mL, neraca analitik, *bulp*, labu ukur 1000 mL, labu ukur 500 mL, labu ukur 100 mL, labu ukur 250 mL, labu ukur 50 mL, pipet ukur 50 mL, pipet tetes, lumpang, alu, ayakan 140 mesh, *stopwatch*, *furnace*, oven, cawan porselin, tiang statif, Labu *Erlenmeyer* dan Alat Instrumen Spektrofotometer UV-Vis, FTIR, XRD.

2.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, TKKS yang diambil dari limbah hasil produksi pabrik kelapa sawit yang berada di Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur, HCl (37%), kertas saring, pH universal, *Aluminium foil*, kertas label, *Tissue*, *Methylene Blue* dan akuades.

2.3. Prosedur Penelitian

Preparasi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dipotong kecil dengan ukuran 1-2 cm kemudian dikeringkan selama 4 hari. TKKS diarangkan pada suhu 300°C selama 1 jam menggunakan *furnace*. Arang hasil pengarangan kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan berukuran 140 mesh.

Aktivasi

Pada proses aktivasi digunakan larutan HCl 3 M sebagai bahan pengaktif. Arang direndam dengan larutan HCl 3 M selama 24 jam. Arang aktif dicuci menggunakan akuades hingga pH netral dan dikeringkan dengan oven pada suhu 120°C selama 2 jam [4].

Karakterisasi Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

a) Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif dengan *Methylene blue*

Arang aktif dan arang TKKS ditimbang sebanyak 0,3 gram dan dimasukkan ke dalam gelas kimia, ditambahkan dengan 50 mL larutan *methylene blue* 300 ppm, ditutup dengan *aluminium foil*, kemudian diaduk dengan *shaker* selama 60 menit. Campuran disaring dan filtrat diukur konsentrasi *methylene blue* menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

b) Penentuan Kadar Air

Cawan porselin kosong ditimbang, ditambah 0,1 g arang aktif, dan dipanaskan pada suhu 105°C menggunakan *oven* selama 3 jam. Setelah dipanaskan cawan yang berisi arang aktif didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan selanjutnya cawan porselin tersebut ditimbang.

c) Penentuan Kadar Abu

Cawan porselin kosong ditimbang, ditambah 0,1 g arang aktif, dan dipanaskan pada suhu 815°C menggunakan *furnace* selama 3 jam. Setelah dipanaskan cawan yang berisi abu

dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan selanjutnya cawan poselin tersebut ditimbang.

Penggunaan Arang Aktif untuk Adsorpsi Methylene blue

a) Variansi Waktu Kontak

Arang aktif ditimbang sebanyak 0,1 gram dimasukkan ke dalam 4 labu *Erlenmeyer* yang masing-masing berisi 10 mL *methylene blue* 50 ppm. Waktu kontak diatur selama 10, 30, 40 dan 60 menit dan campuran diaduk menggunakan *shaker* agar tercampur secara merata. Campuran tersebut dipisahkan dengan cara disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur konsentrasi *methylene blue* menggunakan spektrofotometer UV- Vis [5].

b) Variasi Berat Arang Aktif

Arang aktif ditimbang sebanyak 0,025; 0,05; 0,1; 0,15 dan 0,2 g dimasukkan ke dalam 5 labu *Erlenmeyer* yang masing-masing berisi 10 mL *methylene blue* 50 ppm. Campuran tersebut diaduk menggunakan *shaker* selama 40 menit agar tercampur secara merata. Campuran tersebut dipisahkan dengan cara disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur konsentrasi *methylene blue* dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis [5].

c) Variasi Konsentrasi Methylene blue

Arang aktif ditimbang sebanyak 0,1 g, dimasukkan ke dalam 5 labu *Erlenmeyer* yang masing-masing berisi 10 mL larutan *methylene blue* dengan variasi konsentrasi 10, 30, 50, 70 dan 100 ppm. Campuran tersebut diaduk menggunakan *shaker* selama 40 menit agar tercampur secara merata. Campuran tersebut dipisahkan dengan cara disaring lalu filtrat yang diperoleh diukur konsentrasi *methylene blue* dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis [5].

Analisis Data

Persen degradasi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{c_0 - c}{c_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

% Adsorpsi = Nilai persen degradasi metilen biru

c_0 = Konsentrasi awal metilen biru

c = Konsentrasi akhir metilen biru pada saat menit

Selanjutnya untuk mengetahui model adsorpsi methylene blue pada arang aktif dilakukan perhitungan kapasitas adsorpsi dan analisis menggunakan isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Berikut persamaan isoterm Langmuir:

$$Q_a = Q_m \frac{K_{ads} \times C_a}{1 + K_{ads} \times C_a} \quad (2)$$

Dalam persamaan linier dapat ditulis:

$$\frac{1}{Q_a} = \frac{1}{Q_m \times K_{ads}} \left(\frac{1}{C_a} \right) + \frac{1}{Q_m} \quad (3)$$

Keterangan:

Q_a = Jumlah ion teradsorpsi (mg/g)

Q_m = Kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)

C_a = Konsentrasi akhir ion logam (mg/L)

K_{ads} = Konstanta adsorpsi Langmuir

Berikut persamaan isoterm Freundlich dalam persamaan linier dapat ditulis:

$$\text{Log } Q_a = \text{Log } K_f + \frac{1}{n} \text{Log } C_a \quad (4)$$

Keterangan:

- Q_a = Jumlah ion teradsorpsi (mg/g)
C_a = Konsentrasi akhir ion logam (mg/L)
K_f = Konstanta adsorpsi Freundlich
n = Kapasitas adsorpsi (mg/g).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembuatan Arang Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Arang aktif tandan kosong kelapa sawit yang diambil dari tandan sawit yang telah diolah di pabrik, dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama kurang lebih empat hari dan dipotong kecil. Sampel TKKS sebanyak 156,5625 g dipanaskan didalam *furnace* pada suhu 300 °C selama 1 jam. Arang yang dihasilkan sebanyak 48,4758 g dengan % rendemen sebesar 30,9625 %.

3.2. Karakterisasi Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Berikut hasil uji arang aktif tandan kosong kelapa sawit (TKKS) teraktivasi kimia yang dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Uji Karakterisasi Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

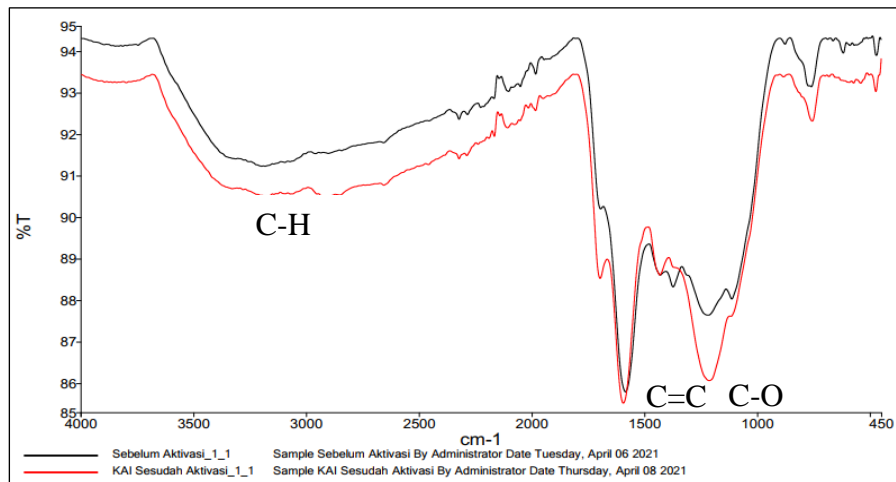
Parameter	Jenis Arang Aktif Aktifasi Kimia
Luas Permukaan	162,12 m ² /g
Kadar Air	0,52%
Kadar Abu	5,27%

Pada pengujian arang aktif TKKS teraktivasi kimia pada uji kadar air didapatkan hasil sebesar 0,52%. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui banyak kandungan air yang menutupi pori-pori dari arang aktif yang dihasilkan, dimana semakin banyak kandungan air yang dihasilkan maka dapat menghambat daya serap adsorben terhadap adsorbat. Pori-pori arang aktif yang banyak mengandung air dapat menyebabkan arang aktif yang dibuat tidak dapat menyerap adsorbat dengan baik.

Pada pengujian arang aktif TKKS teraktivasi kimia pada uji kadar abu didapatkan hasil sebesar 5,27%. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya sisa-sisa dari mineral yang terdapat pada arang aktif yang dihasilkan, dimana semakin banyaknya mineral sisa yang terdapat pada arang aktif yang dihasilkan dapat mempengaruhi daya serap. Kadar abu yang tinggi arang aktif menyebabkan adsorbat yang diserap kurang maksimal atau arang aktif yang dibuat tidak dapat menyerap adsorbat dengan baik.

Pada pengujian arang aktif teraktivasi kimia pada uji luas permukaan pada larutan *methylene blue* didapatkan hasil 162,12 m²/g. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak adsorbat yang mampu diserap oleh arang aktif dengan ukuran adsorbat berkisar 1,5 - 2,5 nm. Sedikit banyaknya *methylene blue* yang terserap kedalam arang aktif, dipengaruhi oleh banyaknya mikropori yang terbentuk dari arang aktif itu sendiri, berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa arang aktif yang dihasilkan kurang efisien ketika digunakan untuk mengadsorpsi atau menyerap adsorbat dengan ukuran molekul 1,5-2,5 nm.

Karakteristik arang aktif TKKS berdasarkan hasil analisa menggunakan FTIR bertujuan untuk menentukan gugus fungsi yang ada pada sampel dengan menggunakan bilangan gelombang yang sesuai, dilakukan karakterisasi terhadap arang aktif tandan kelapa sawit sebelum diaktivasi dan sesudah diaktivasi oleh HCl. Hasil pengukuran dapat dilihat pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Spektra FTIR arang aktif sebelum aktivasi (hitam) dan arang aktif TKKS setelah aktivasi (merah)

Dari hasil spektrum FTIR arang aktif TKKS sebelum aktivasi dan arang aktif TKKS setelah aktivasi dapat dirangkum pada [Tabel 2](#).

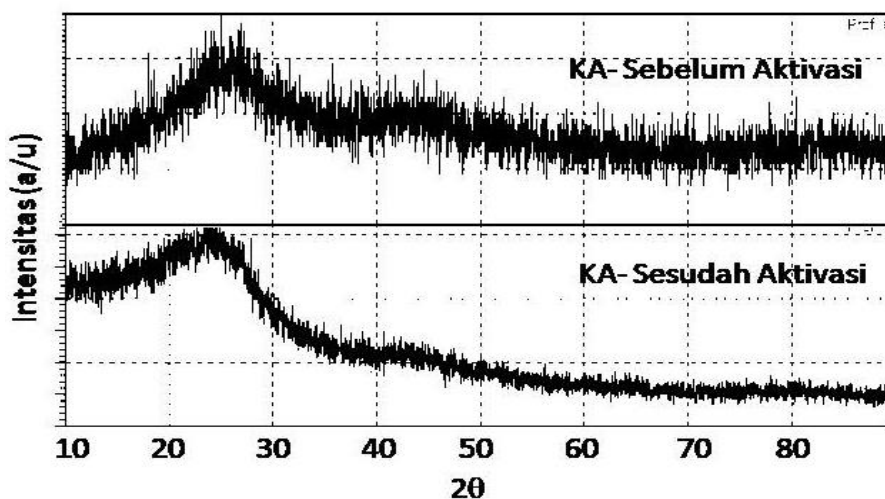
Tabel 2. Hasil gugus fungsi pada arang aktif TKKS sebelum aktivasi dan arang aktif setelah aktivasi

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Sebelum Aktivasi	Setelah Aktivasi
C=C	1584	1593
C-H Aromatik	3118	3030
C-O	1200	1215

Dari data FTIR yang didapatkan pada arang aktif TKKS sebelum diaktivasi dan yang sudah diaktivasi memiliki gugus yang sama. Terdapat bilangan gelombang 3118 dan 3030 cm⁻¹ menunjukkan adanya serapan dari gugus C-H, dan ada bilangan gelombang di 1584 dan 1593 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya serapan dari gugus C=C. Hanya yang sedikit berbeda kekuatan serapan pada bilangan gelombang 1200-1215 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-O, bahwa serapan arang setelah diaktivasi dengan HCl menunjukkan serapan yang lebih tajam dibanding sebelum diaktivasi, hal ini diduga akibat adanya proses aktivasi. HCl dapat mendegradasi molekul-molekul organik selama proses karbonisasi dan menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, dehidrasi air yang terjebak dalam pori-pori karbon dan melindungi karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi [6]

Untuk mengidentifikasi fasa amorf atau kristal material arang aktif TKKS sebelum aktivasi dan arang aktif TKKS sesudah aktivasi, dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRD. Berikut hasil identifikasi puncak difraksi dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

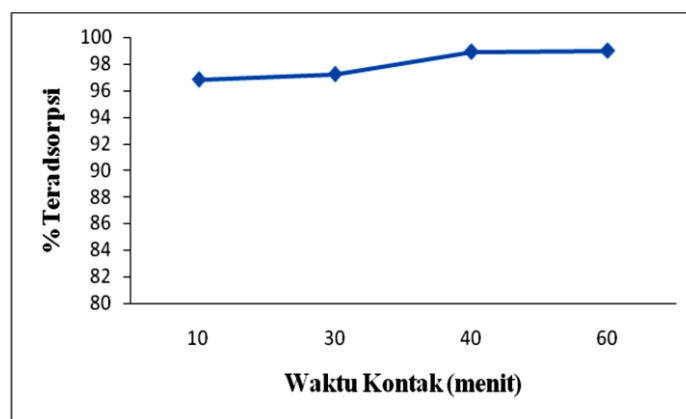
Berdasarkan [Gambar 2](#), pada material arang aktif sebelum aktivasi dan arang aktif setelah aktivasi, tidak terdapat puncak-puncak tajam dan hanya menunjukkan bahwa puncak lebar pada sudut 2 theta 20-30° yang menunjukkan bahwa arang berbentuk struktur amorf [7], area lebar di 2 theta 20-30 menunjukkan > 90% material dalam bentuk amorf dengan kekristalan yang rendah. Berdasarkan data di atas juga terlihat bahwa pada arang sebelum dan sesudah diaktivasi tidak terdapat komponen oksida logam yang terbaca oleh instrument



Gambar 2. Difraktogram arang aktif sebelum aktivasi dan arang aktif setelah aktivasi

3.3. Adsorpsi *Methylene Blue* Oleh Arang Aktif TKKS

Variasi Waktu Kontak



Gambar 3. Variasi waktu kontak adsorpsi terhadap persen teradsorpsi larutan methylene blue.

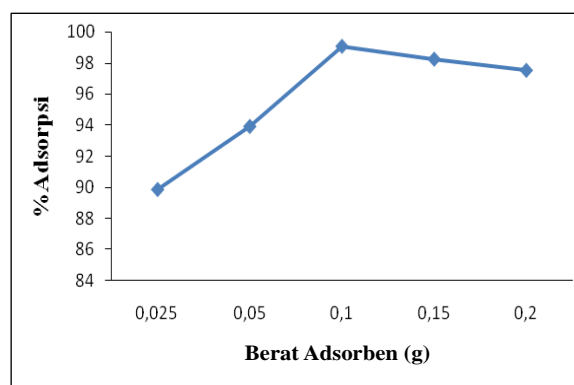
Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Gambar 3 waktu kontak optimum dari adsorben arang aktif TKKS teraktivasi kimia terdapat pada menit ke- 40 dengan jumlah persen teradsorpsi yang dihasilkan sebesar 98,90%. Pada menit ke- 10 hingga pada menit ke- 40 nilai persen teradsorpsi yang didapatkan cenderung naik, dan cenderung tidak mengalami kenaikan hingga menit ke- 60. Kenaikan persen adsorpsi diduga disebabkan karena pada proses awal pori-pori pada arang aktif masih kosong, sehingga *methylene blue* dapat diserap secara baik oleh adsorben, semakin lama waktu kontak, maka larutan *methylene blue* dengan cepat mulai mengisi pori-pori kosong dari arang aktif tersebut untuk membentuk suatu lapisan pada permukaan arang aktif. Menurut Nafi'ah [7] semakin lama waktu interaksi maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi, dikarenakan semakin banyak kesempatan partikel dari adsorben untuk bersinggungan dengan adsorbat, hal ini menyebabkan semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben.

Variasi Berat Adsorben

Uji variasi berat arang aktif yang digunakan bertujuan untuk mengetahui daya serap dari arang aktif TKKS teraktivasi kimia untuk mengadsorpsi *methylene blue*. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Gambar 4. Bahwa berat arang aktif TKKS teraktivasi kimia yang optimum terhadap persen adsorpsi *methylene blue* dengan varian berat arang aktif pada berat 0,1 g. Pada berat arang aktif sebesar 0,025 hingga 0,1 g mengalami kenaikan jumlah penyerapan *methylene blue* yakni dengan persen teradsorpsi dengan berat

0,025 g sebesar 89,87%, pada berat arang aktif 0,05 g jumlah persen teradsorpsi yang dihasilkan yakni 93,93%, sedangkan pada berat arang aktif 0,1 gram jumlah persen teradsorpsi yang dihasilkan sebesar 99,08%.



Gambar 4. Variasi berat arang aktif TKKS teraktivasi kimia terhadap persen adsorpsi *methylene blue*

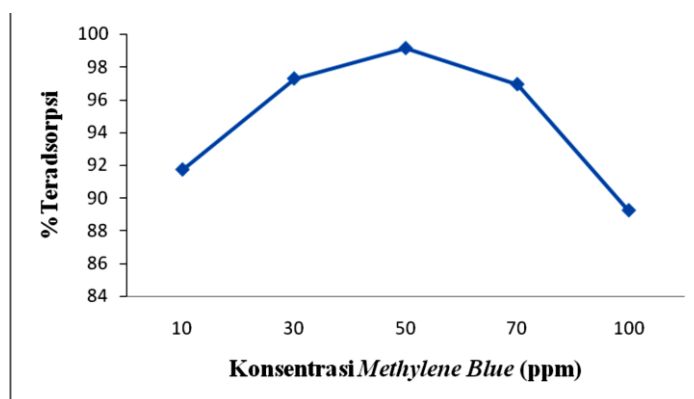
Berdasarkan hasil grafik persen adsorpsi diatas variasi berat arang aktif TKKS teraktivasi kimia yang optimum menyerap *methylene blue* terjadi pada berat arang aktif sebesar 0,1 g dengan jumlah persen teradsorpsi sebesar 99,08%. Akan tetapi pada berat arang aktif 0,15 hingga 0,2 g mengalami penurunan persen teradsorpsi dengan jumlah besar persen teradsorpsi yakni 0,15 g sebesar 98,26% dan untuk berat arang aktif 0,2 g sebesar 97,54%. Hal ini dikarenakan adsorben telah mengalami kesetimbangan pada berat 0,1 g dimana jumlah *methylene blue* yang diserap telah mendekati kesetimbangan dan jumlah *methylene blue* yang berikatan dengan arang aktif semakin sedikit. Menurut Muhammad Agil Gova [8] pengaruh massa karbon aktif yang menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi menurun dengan bertambahnya massa adsorben, hal ini dikarenakan pada saat adanya peningkatan massa adsorben maka ada peningkatan persentase nilai efisiensi adsorpsi dan penurunan kapasitas adsorpsi.

Variasi Konsentrasi Methylene Blue

Uji variasi konsentrasi *methylene blue* bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya serap dari adsorben terhadap *methylene blue*. Berdasarkan hasil pada [Gambar 5](#) menunjukkan tren kenaikan adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif hingga konsentrasi 50 ppm.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada [Gambar 5](#) pada konsentrasi larutan 10 hingga 50 ppm mengalami kenaikan penyerapan oleh arang aktif dengan persen teradsorpsi yakni, pada variasi 10 ppm didapatkan persen teradsorpsi sebesar 91,72%, pada konsentrasi 30 ppm didapatkan persen teradsorpsi sebesar 97,28%, sedangkan pada konsentrasi 50 ppm didapatkan nilai persen teradsorpsi sebesar 99,14%. Berdasarkan grafik diatas variasi konsentrasi *methylene blue* optimum pada konsentrasi 50 ppm, dan pada konsentrasi lebih tinggi mengalami penurunan.

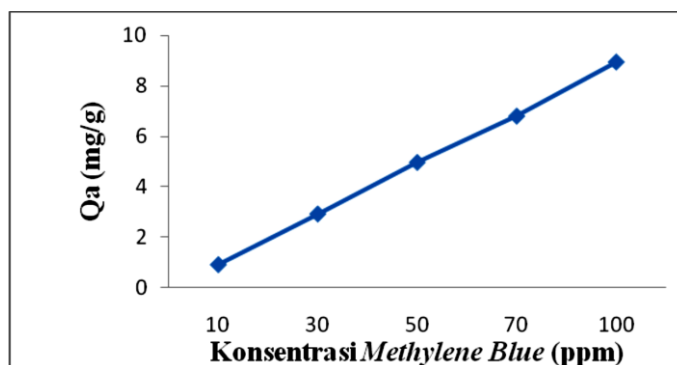
Pada konsentrasi 70 dan 100 ppm mengalami penurunan, hal ini dikarenakan pada saat *methylene blue* dengan konsentrasi rendah dan pori arang aktif masih kosong maka akan memudahkan *methylene blue* untuk diserap pada permukaan arang aktif, namun pada konsentrasi tinggi akan terjadi kompetisi *methylene blue* untuk diserap oleh arang aktif pada permukaannya atau ukuran dari molekul yang besar sehingga lebih cepat memenuhi atau menutup pori-pori pada permukaan adsorben, mengakibatkan pada saat konsentrasi tinggi adsorben sudah tidak dapat menyerap dari molekul yang lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Muhammad Agil Gova [8], dimana semakin tinggi konsentrasi maka akan menurunkan kemampuan daya serap atau adsorpsi dari adsorben.



Gambar 5. Variasi konsentrasi *methylene blue* terhadap persen adsorpsi arang aktif TKKS teraktivasi kimia

Penentuan Kapasitas Adsorpsi dari Variasi Konsentrasi

Penentuan kapasitas adsorpsi maksimum *methylene blue* dengan menggunakan variasi konsentrasi yang bertujuan menunjukkan kemampuan arang aktif TKKS teraktivasi kimia dalam mengadsorpsi larutan *methylene blue* (Gambar 6).

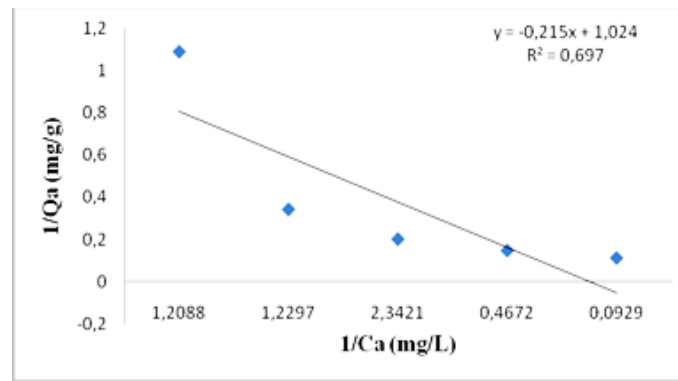


Gambar 6. Variasi konsentrasi *methylene blue* terhadap jumlah kapasitas adsorpsi (Q_a) oleh arang aktif TKKS teraktivasi kimia

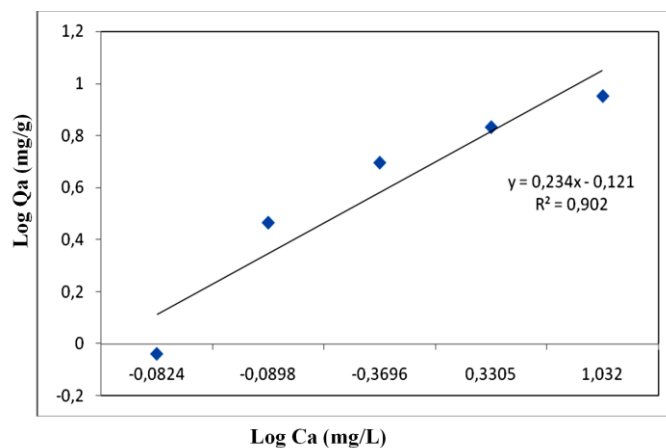
Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Gambar 6 dapat diketahui kenaikan kapasitas adsorpsi *methylene blue* yang teradsorpsi oleh adsorben arang aktif TKKS semakin meningkat, seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan *methylene blue* dari 10 ppm hingga 100 ppm dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 8,9236 mg/g dan jumlah % teradsorpsi sebesar 89,2360%. Hal tersebut dikarenakan pada permukaan adsorben yang belum jenuh sehingga adsorben masih mampu menyerap molekul dari *methylene blue*.

Penentuan Model Isoterm Adsorpsi

Pada penelitian ini terdapat dua model isoterm yang digunakan yakni isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich yang bertujuan untuk mengetahui persamaan kesetimbangan yang dapat digunakan untuk mendapatkan besar massa adsorbat yang dapat diserap oleh adsorben. Grafik isoterm Langmuir dan Grafik isoterm Freundlich adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif TKKS teraktivasi kimia dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Isoterm Langmuir larutan *methylene blue* pada variasi konsentrasi optimum



Gambar 8. Isoterm Freundlich larutan *methylene blue* pada variasi konsentrasi optimum

Berdasarkan [Gambar 7](#) dan [Gambar 8](#) didapatkan hasil dari isoterm Langmuir dengan nilai R^2 sebesar 0,6977 sedangkan pada hasil isoterm Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 0,9020. Berdasarkan hasil tersebut, maka adsorpsi arang aktif TKKS terhadap larutan *methylene blue* mengikuti jenis isoterm Freundlich, hal ini disebabkan karena nilai R^2 mendekati nilai 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa penyerapan lebih banyak terjadi pada permukaan arang aktif. Proses adsorpsi ini terjadi karena adanya ikatan *Van Der Waals* dimana terjadi gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben [9].

4. Conclusion

Hasil karakteristik arang aktif TKKS dengan uji *proximate* yang telah ditentukan, arang aktif teraktivasi kimia dengan parameter kadar air, kadar abu dan luas permukaan arang aktif terhadap larutan *methylene blue* didapatkan masing-masing sebagai berikut : 0,52% ; 5,27% dan 162,12 m^2/g . Untuk hasil karakteristik arang aktif TKKS dengan analisa menggunakan FT-IR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C, C-O dan C-H aromatis dan analisa data XRD menunjukkan arang aktif TKKS memiliki fasa amorf. Waktukontak optimum pada 40 menit dan berat optimum arang aktif TKKS 0,1 gram dengan volume 10 mL *methylene blue* 50 ppm. Adsorpsi *methylene blue* oleh arang aktif TKKS mengikuti isotherm Freundlich dan kapasitas adsorpsinya sebesar 8,92 mg/g.

References

- [1] W. Rahmalia, F. Yulistira, J. Ningrum, M. Qurbaniah, dan M. Ismadi, "Pemanfaatan Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elais Guineensis* Jacq) Sebagai Bahan Dasar C-Aktif untuk Adsorpsi Logam Perak dalam Larutan," *PKM-P* 3-13-1, 2015. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/Winda-Rahmalia>
- [2] Y. Ristianingsih, A. Istiani, dan F. Irfandy, "Keseimbangan Adsorpsi Zat Warna Metilen Blue dengan Adsorben Karbon Aktif Tongkol Jagung terimpregnasi Fe_2O_3 ," *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: [10.34128/jtai.v7i1.115](https://doi.org/10.34128/jtai.v7i1.115)
- [3] A. Fisli. R. D. Safitri, Nurhasni dan Deswita, "Analisis Struktur dan Porositas Komposit Fe_3O_4 -Arang Aktif dari Limbah Kerta Sebagai Adsorben Magnetik," *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 19, no. 4, pp. 179-187, 2018, doi: [10.17146/jsmi.2018.19.4.4886](https://doi.org/10.17146/jsmi.2018.19.4.4886)
- [4] B. Poerwadi, F. F. Miranda, M. D. Arini, E Oktavian, dan R. Zuhijah, "Sintesis Adsorben Zeolit Alam Aktif dengan Bantuan Microwave Untuk Adsorpsi CO_2 ," *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2017, doi: [10.21776/ub.rbaet.2017.001.01.01](https://doi.org/10.21776/ub.rbaet.2017.001.01.01)
- [5] R. Indramawan, "Preparasi dan Karakterisasi Komposit CuO-Zeolit Alam untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red dengan Sinar Ultraviolet," Skripsi Jur. Kimia, Fak. MIPA, Univ. Negeri Yogyakarta, Indonesia, 2016.
- [6] Verayana, M. Papatungan, dan H. Iyabu, "Pengaruh Aktivator HCl dan H_3PO_4 Terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurun Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb)," *Jurnal Entropi*, vol. 13, no. 1, pp. 67-75, 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/Hendri-Iyabu/publication/>
- [7] M.S. Shamsuddin, N. R. N Yusoff, M. A, Sulaiman, "Synthesis and characterization of activated carbon produced from kenaf core fiber using H_3PO_4 activation," *Procedia Chemistry*, vol. 19, 2016, doi: [10.1016/j.proche.2016.03.053](https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.053)
- [8] R. Nafi'ah, "Kinetika Adsorpsi Pb(II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan," *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, vol. 1, no. 2, 2016, doi: [10.31603/pharmacy.v1i2.227](https://doi.org/10.31603/pharmacy.v1i2.227)
- [9] M. A. Gova dan A. Oktasari, "Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Logam Berat Merkuri (Hg)," in *Sem. Nas. Sains dan Tek. Terapan*, FMIPA, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Palembang, 2019. [Online]. Available: semnas.radenfatah.ac.id/index.php/semnasfst/article/view/55/53
- [10] Jasmal, Sulfikar, Ramlawati, "Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Ijuk Pohon Aren (*Arenga pinnata*) terhadap Pb^{2+} ," *Jurnal Sainsmat*, vol. 4, no. 1, pp. 57-66, 2015, doi: [10.35580/sainsmat4112842015](https://doi.org/10.35580/sainsmat4112842015)