

Pembuatan Karbon Aktif Magnetik Dari Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar Logam Fe Dalam Air

Afrianti S Lamuru¹, Mahirullah², Jumriani Alimin³, A. Miftah Alya Patrisia Hambali⁴
Program Studi D3 Analisis Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar^{1,3,4}

Program Studi D4 Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar^{1,3,4}

Afriantis195@poliupg.ac.id¹, mahirullah@poliupg.ac.id², jumrianalimin09@gmail.com³, andimiftah98@gmail.com⁴

Corresponding Author: Afrianti S Lamuru, Email: afriantis195@poliupg.ac.id

ABSTRACT

Groundwater often contains iron (Fe), which can cause a metallic taste, yellow color, iron bacteria growth, and turbidity. One method used to reduce iron content in water is the use of activated carbon. However, activated carbon has disadvantages such as long separation times and requires filtration equipment that can filter activated carbon. This study aims to produce magnetic activated carbon from cassava peel composite with magnetite to be used in reducing iron concentration in water. The methods used in this study included carbonization, activation with 2.5% KOH activator, activated carbon and magnetite composite with a 2:1 ratio, FTIR analysis, quality analysis through water content, ash, and iodine adsorption capacity tests in accordance with SNI 06-3730-1995 standards, surface area analysis using a BET instrument, and Fe adsorption application with varying times. The results showed that magnetite activated carbon was successfully synthesized, as confirmed by FTIR analysis, which indicated the presence of Fe-O bonds in the activated carbon and its ability to be attracted to a magnetic field. The adsorption effectiveness of magnetic activated carbon reached 77.38% with a contact time of 30 minutes. The quality test results of magnetic activated carbon did not meet the SNI 06-3730-1995 standard, with an iodine adsorption capacity of 620 mg/g. This study provides an overview of magnetic activated carbon composites from cassava peel, which have advantages in the separation process between adsorbent and adsorbate after adsorption. Research on the optimization of the manufacturing process for magnetic activated carbon that meets SNI standards is urgently needed.

KEYWORDS

Magnetic Activated Carbon, Cassava Peel, KOH Activator, Adsorption, Fe Metal

ARTICLE DOI:

<https://doi.org/10.53696/venn.v5i2.425>

A. Pendahuluan

Aktivitas manusia bergantung pada air tanah sebagai salah satu sumber air mereka. Air tanah memiliki beberapa keterbatasan dibandingkan dengan sumber air lainnya karena memiliki pasokan air yang terbatas dan mengandung banyak mineral seperti ion logam besi ([Lantapon et al., 2019](#)). Air tanah mengandung besi divalen (Fe^{2+}) dan trivalen (Fe^{3+}) yang menyebabkan adanya karakteristik seperti rasa amis, warna kuning, adanya bakteri besi, dan kekeruhan (Imani et al., 2021). Beberapa penelitian telah menyelidiki bagaimana Fe dalam air memengaruhi manusia. Misalnya, air yang mengandung Fe dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk mual setelah dikonsumsi, kerusakan pada lapisan usus, dan iritasi pada mata dan kulit ([Amanda Valentine & Putri Paradila, 2021](#)).

Salah satu cara umum untuk menghilangkan logam Fe dalam air melalui penggunaan bioadsorben karbon aktif. Pembuatan bioadsorben karbon aktif telah dilakukan dengan bahan limbah biomassa seperti cangkang inti sawit ([Alfiyani et al., 2022](#)), cangkang siput ([Amanda Valentine & Putri Paradila, 2021](#)), tongkol jagung ([Harmawanda dkk. 2023](#)), cangkang kelapa ([Irawan et al., 2016](#)).

, ampas tebu ([Imani et al., 2021](#)), sekam padi ([Rohmah & Redjek, 2014](#)), kulit singkong (Ariyani et al., 2017). Karbon aktif adalah senyawa karbon yang tidak kristalin tetapi arbon Aktif merupakan karbon yang memiliki struktur berpori dan luas permukaan yang sangat tinggi. Adsorben terbuat dari zat organik (karbon) yang telah diolah secara khusus untuk meningkatkan karakteristik adsorpsinya ([Jenis et al., 2024](#); [Kurniawan et al., 2020](#)).

Karbon aktif memiliki sifat unik yaitu mampu menyerap berbagai jenis senyawa kimia secara selektif. Tingkat penyerapan senyawa tertentu oleh karbon aktif bergantung pada beberapa faktor, termasuk ukuran, volume pori, dan luas permukaan masing-masing sumber karbon (Masrullita dkk., 2021). Salah satu sumber karbon aktif yang potensial adalah kulit singkong, yang memiliki kandungan karbon tinggi (59,31%) sehingga memiliki potensi besar untuk menghasilkan karbon aktif dengan karakteristik adsorpsi yang sangat baik ([Laos & Selan, 2016](#)). Selain potensi tinggi untuk menghasilkan karbon aktif dari kulit singkong, metode ini juga memiliki nilai ekonomi dan ramah lingkungan karena menggunakan limbah dari industri pertanian yang seharusnya dibuang secara tidak tepat. Pengembangan kulit singkong sebagai sumber alternatif karbon aktif merupakan contoh ideal bagaimana memanfaatkan limbah biomassa secara optimal dan menghasilkan produk yang dapat secara efektif menyerap kontaminan dari air ([Dewi & Pratiwi, 2017](#)).

Beberapa metode aktivator yang dapat digunakan dalam pembuatan karbon aktif diantaranya yaitu KOH, K_2CO_3 , NaOH, H_2SO_4 , dan $ZnCl_2$ ([Esterlita & Herlina, 2015](#)). Studi sebelumnya menjelaskan bahwa aktivator Kalium Hidroksida (KOH) memiliki keunggulan dibandingkan aktivator lain karena dapat meningkatkan kapastitas adsorpsi karbon aktif ([Santoso et al., 2014](#)). Meskipun karbon aktif memiliki banyak sifat yang menjadikannya pilihan yang bagus untuk adsorpsi, karbon aktif memiliki kekurangan seperti waktu yang dibutuhkan untuk penyaringan dan kebutuhan filter yang dapat menahan semua partikel karbon aktif. Saat ini, salah satu alternatif untuk mengurangi kekurangan tersebut adalah memodifikasi karbon aktif dengan membuat komposit dengan magnetit (Fe_3O_4), sehingga komposit tersebut memiliki sifat magnetik ([Alfiyani et al., 2022](#)).

Magnetit (Fe_3O_4) adalah yang terkuat dari semua fase oksida besi yang berbeda dalam hal kemagnetan. Kopresipitasi karbon aktif dengan magnetit (Fe_3O_4) akan meningkatkan jumlah kemampuan adsorpsi. Komposit karbon aktif dan magnetit yang dihasilkan akan bereaksi terhadap medan magnet eksternal, sehingga meningkatkan kemudahan pemisahan adsorben dan adsorbat satu sama lain ([Lamuru dkk., 2025](#)). Keuntungan paling signifikan dari penggunaan material komposit untuk adsorpsi adalah tidak memerlukan filtrasi saat memisahkannya dari larutan setelah adsorpsi, melainkan komposit dapat dipisahkan melalui sistem magnet permanen. Dengan demikian, penelitian ini difokuskan mempelajari efektivitas komposit magnetit dan karbon aktif dari kulit singkong yang teraktivasi KOH sebagai adsorben penurun kadar besi dalam air

B. Metodologi

1. Pembuatan Karbon Aktif (KA) dari Kulit Singkong

a. Preparasi Bahan Baku

Kulit singkong yang berwarna putih dipisahkan dari kotoran dan tanah yang menempel, kemudian dicuci menggunakan air bersih dan dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil. Kulit singkong dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 3 hari.

b. Pembuatan Arang

Karbonisasi sampel dilakukan menggunakan furnace pada suhu $350^\circ C$ selama 1 jam. Karbon aktif lalu didinginkan dalam desikator dan dipisahkan karbon dengan abunya.

c. Aktivasi Karbon Aktif

Arang diaktivasi menggunakan KOH 2,5% yang direndam selama 24 Jam. Karbon aktif dinetralkan dengan akuades sampai pH 7 lalu disaring. Karbon aktif dikeringkan dalam oven ($T=110^{\circ}\text{C}$) selama 24 jam lalu diayak menggunakan ayakan (80 mesh). Padatan karbon aktif di analisis kualitasnya sesuai dengan SNI 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu dan daya serap Iod serta dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR dan BET ([Lamuru et al., 2025](#)).

2. Pembuatan Karbon Aktif Magnetit

Karbon aktif yang telah halus dimasukkan kedalam 100 mL aquabides dan diaduk menggunakan magnet stirrer pada suhu 70°C . Selanjutnya, dibuat campuran Fe (III) dan Fe (II) dengan ditimbang masing-masing 2,8g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan 1,4 g $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (rasio mol 2:1). Kemudian, dilarutkan dengan 100 mL akuabides pada labu alas bulat dan dialiri gas nitrogen. Setelah itu, dimasukkan 17 mL NH_4OH 25% seiring dengan dimasukkan karbon aktif dan tetap dialirkan gas nitrogen untuk pencegahan oksidasi. Diaduk selama 3 jam dengan suhu 70°C . Larutan didiamkan selama 24 jam.

Padatan yang terbentuk dipisahkan menggunakan batang magnet dan dicuci menggunakan akuabides sampai pH 7. Setelah itu, padatan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C . Adsorben yang dibuat berdasarkan perbandingan berat oksida besi dan karbon aktif yaitu; (KA:OB = 2 : 1) Padatan karbon aktif magnetik di analisis kualitasnya sesuai dengan SNI 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu dan daya serap Iod serta dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR dan BET.

3. Efektivitas Adsorpsi Penggunaan Karbon Aktif dan Karbon Aktif Magnetik

Pada tahapan ini dilakukan dengan metode *Batch*. Sampel air yang mengandung Fe dianalisis konsentrasinya menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Kemudian, karbon aktif dan karbon aktif magnetik di aplikasikan pada sampel air sumur melalui Metode *Batch* dengan variasi waktu seperti yang disajikan pada Tabel.1. Penentuan efisiensi penurunan parameter diperoleh dari hasil perhitungan dengan persamaan berikut, Efisiensi adsorpsi besi

$$\text{Efektivitas penurun Fe (\%)} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

C_0 = konsentrasi besi sebelum dikontakan dengan adsorben

C_e = konsentrasi besi setelah dikontakan dengan adsorben

Tabel.1. Variasi Waktu Adsorpsi Karbon Aktif dan Karbon Aktif Magnetik

Variasi Waktu (menit)	Massa (gram)	Volume (mL)
30	0,3	25
60	0,3	25
90	0,3	25

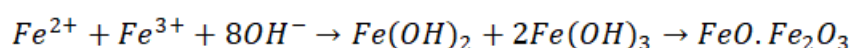
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Pembuatan Karbon Aktif Magnetik

Pembuatan karbon aktif magnetik dari kulit singkong diawali dengan pembuatan arang melalui proses karbonisasi. Arang hasil karbonisasi dihaluskan dengan ukuran 80 mesh untuk memudahkan proses aktivasi kimia karena semakin kecil ukurannya maka semakin besar luas permukaan yang akan

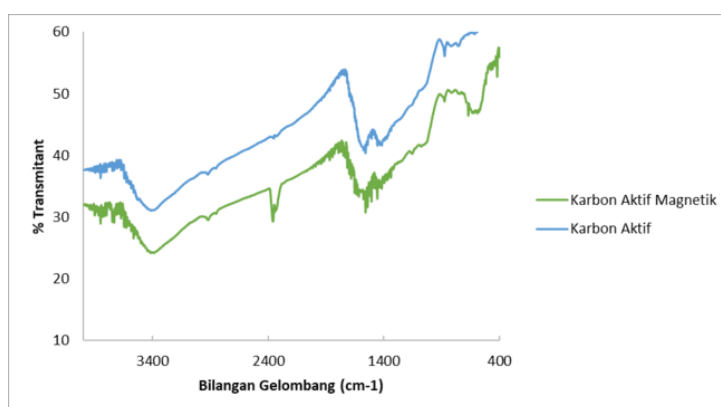
terkena kontak dengan activator. Keberhasilan aktivasi akan meningkatkan jumlah pori-pori yang terbentuk pada setiap partikel karbon. Aktivasi karbon menggunakan activator KOH yang bertujuan untuk membentuk lubang atau pori-pori yang mempengaruhi luas permukaan karbon aktif dan meningkatkan efisiensi adsorpsi. Penggunaan activator KOH sebagai activator basa dapat menghasilkan kadar air karbon aktif yang lebih rendah daripada asam (Novitasari et al., 2024).

Mekanisme pembentukan komposit karbon magnetik melalui proses pencampuran Fe^{3+} dan Fe^{2+} (perbandingan rasio mol 2:1) pada karbon aktif dengan perbandingan 1:2. Ion Fe^{3+} dan Fe^{2+} membentuk endapan hidroksida besi atau $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sehingga membentuk magnetik atau oksida besi. Berikut perkiraan reaksi pembentukan magnetit (Alfiyani et al., 2022):



Gambar 1. Karbon Aktif Magnetik Tertarik Magnet Eksternal

Karbon aktif yang dikompositkan dengan oksida besi menyebabkan permukaan karbon aktif tertempel oksida besi. Studi sebelumnya menjelaskan bahwa perbandingan rasio 2:1 antara karbon aktif dan magnetit adalah rasio paling optimal dalam keberhasilan komposit Keduanya. Sifat yang dimiliki komposit baru yaitu sifat adsorpsi dan magnet. Hal tersebut terlihat pada proses penempelan batang magnet pada komposit dan terjadi interaksi berupa gaya tarik menarik. Hal tersebut terjadi ketika atom Fe menyerang atom H^+ pada karbon aktif sehingga atom H^+ terlepas dan diganti oleh atom Fe. Proses tersebut menghasilkan karbon aktif magnetik (Lestari et al., 2021). Kelebihan dari karbon aktif magnetik dapat bereaksi dengan medan magnet luar yang mempermudah proses pemisahan adsorben dan adsorbat. Keberhasilan sintesis karbon aktif magnetik dianalisis dengan karakterisasi menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).



Gambar 2. Grafik Hasil Analisis FTIR Karbon Aktif dan Karbon Aktif Magnetik

Tabel.2. Data Puncak Hasil FTIR

Bilangan Gelombang Karbon Aktif (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang Karbon Aktif Magnetik	Gugus fungsi
3410,26	3400,62	O-H
2920,32	2920,32	C-H alifatik
2318,51	2357,09	C≡C (alkuna)
-	1749,49	C=O ester/keton
1659,04- 1615,84	1687,77- 1616,40	C=C (aromatic)
1423,51	1431,23	C-H bending
1028,09 - 1246,06	1030,02-1242,20	C-O peregangan
875,71	879,57	C-H Aromatik
-	580,59	Fe-O

Hasil karakterisasi dari karbon aktif dan karbon aktif magnetik menggunakan FTIR memperlihatkan setiap gugus fungsional yang berada pada material tersebut. Modifikasi karbon aktif magnetik terkonfirmasi berhasil dilakukan dengan munculnya bilangan gelombang 580,59 cm⁻¹ pada karbon aktif magnetik yang merupakan bilangan gelombang untuk ikatan Fe-O yang tidak dimiliki oleh karbon aktif. Hasil penelitian ini sesuai dengan beberapa studi sebelumnya yang menjelaskan bahwa adanya serapan pada bilangan gelombang kisaran 500 cm⁻¹ merupakan vibrasi stretching dari Fe-O ([Lamuru et al., 2025](#); [Lestari et al., 2021](#)). Selain itu, keberhasilan komposit dibuktikan dengan adanya pergeseran nilai bilang gelombang gugus fungsional lebih besar dari karbon aktif saat menjadi karbon aktif magnetik. Hal ini menandakan terjadinya interaksi antara karbon aktif dan magnetit

2. Perbandingan Kualitas Karbon Aktif dan Karbon Aktif Magnetik

Kualitas karbon aktif dan karbon aktif magnetik ditentukan melalui perhitungan nilai persen kadar air dan kadar abu, daya serap iod serta penentuan luas permukaannya dengan menggunakan instrument BET. Hasil pengujian parameternya disajikan pada Tabel 3.

Tabel.3. Hasil pengujian kualitas karbon aktif dan karbon aktif magnetik

Sampel	Parameter Uji			
	Kadar Air (%)	kadar Abu (%)	Daya Serap Iod(mg/g)	Luas Permukaan (m ³ /g)
Karbon aktif	7,2	8,12	575	181,579
Karbon aktif magnetik	3,8	16,31	620	208,759

Berdasarkan Tabel.3, nilai kadar air karbon aktif maupun karbon aktif magnetik memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Nilai kadar air mendeskripsikan kemampuan bahan dalam menyerap air dan uap air. Nilai karbon aktif magnetik lebih kecil dibandingkan karbon aktif biasa. Hal ini menjelaskan bahwa modifikasi komposit mempengaruhi sifat hidroskopis dari karbon aktif. Semakin kecil nilai kadar air maka semakin mengoptimalkan luas permukaannya ([Suryani et al., 2024](#)). Nilai kadar air yang tinggi menunjukkan bahwa air teradsorpsi pada pori-pori karbon aktif sehingga mengurangi kemampuan penyerapan zat terlarut akibat terhalangnya situs aktif karbon aktif ([Novitasari et al., 2024](#)). Selain itu, kadar air yang tinggi akan masa simpan karbon aktif yang berasal dari bahan organik. Nilai kadar air karbon aktif dipengaruhi oleh jumlah penggilingan, pengayakan dan penetralan ([Hendrawan et al., 2017](#)).

Nilai kadar abu karbon aktif magnetik juga lebih tinggi daripada karbon aktif. Nilai kadar karbon aktif memenuhi standar SNI 06-3730-1995 sedangkan karbon aktif magnetik tidak memenuhi

standar SNI. Abu merupakan zat sisa pembakaran yang berupa mineral anorganik seperti oksida-oksida logam dalam karbon aktif. Kandungan abu dapat menyumbat pori-pori sehingga luas permukaan karbon aktif berkurang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit karbon aktif mempengaruhi nilai kadar abu yang akan menurunkan kemampuan penyerapan zat. Penambahan magnetit pada karbon aktif meningkatkan jumlah oksida logam sehingga hal ini membuktikan bahwa sintesis karbon aktif magnetik berhasil dilakukan ([Lamuru et al., 2025](#)).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya serap iod karbon aktif dan karbon aktif magnetik tidak memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu 575 dan 620 mg/g. Hal ini dipengaruhi oleh nilai kadar air dan abu yang tinggi sehingga menyebabkan pengurangan jumlah pori dan situs aktif karbon. Adsorpsi iodium dinyatakan dalam satuan mg/g, hal tersebut menyatakan jumlah iodium (mg) yang mampu diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif. Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iodium menjelaskan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi partikel-partikel dengan ukuran molekul yang lebih kecil. Penentuan daya serap terhadap iodium bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 10 Å atau 1 nm. Semakin kecil bilangan iodin maka semakin kecil kemampuan karbon untuk mengadsorpsi iodin dan kontaminan lainnya ([Azis et al., 2025](#); [Monarita et al., 2022](#)).

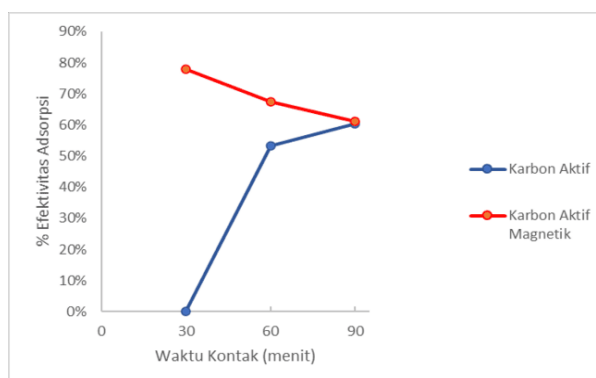
Kemampuan adsorpsi dari karbon aktif dipengaruhi oleh luas permukaannya. Penentuan luas permukaan karbon aktif dilakukan dengan metode *Brunauer-Emmett-Teller* (BET) sebagai metode yang paling umum digunakan untuk menganalisis luas permukaan material berpori ([Azis et al., 2025](#)). Nilai luas permukaan yang diperoleh dapat dijadikan salah satu indikator proses pembuatan karbon aktif telah berjalan dengan baik. Studi ini menemukan bahwa karbon aktif dan karbon aktif magnetik memiliki luas permukaan yang relatif kecil yaitu 181,579 m²/g dan 208,759 m²/g. Secara keseluruhan karbon aktif dan karbon aktif magnetik masih memiliki kualitas yang kurang baik sebagai bioadsorben. Menurut [Hendrawan et al. \(2017\)](#), hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor proses karbonisasi dan aktivasi yang tidak sempurna sehingga pori-pori masih tersumbat oleh zat pengotor.

3. Efektivitas Adsorpsi logam Fe

Efektivitas Adsorpsi Fe pada sampel ditentukan berdasarkan besarnya penurunan nilai konsentrasi Fe setelah dilakukan setelah proses adsorpsi. Penelitian ini melakukan perbandingan efektivitas penurunan Fe menggunakan karbon aktif dan karbon aktif magnetik. Variasi waktu juga dilakukan untuk melihat pengaruh waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi Fe. Dalam proses adsorpsi ini, logam Fe tidak mengendap karena keseluruhan logam Fe dalam bentuk ion besi yang larut dalam air.

Tabel. 4. Efektivitas Penurunan Fe

Waktu Adsorpsi	Efektivitas Adsorpsi Fe	
	Karbon Aktif	Karbon Aktif Magnetik
30	0%	77,82%
60	53,27%	67,31%
90	60,28%	61,08%



Gambar. 3. Grafik Efektivitas Adsorpsi Konsentrasi logam Fe pada sampel

Berdasarkan data Tabel 4. diketahui bahwa karbon aktif biasa memiliki efisiensi adsorpsi sebesar 60,28% dengan waktu kontak 90 menit. Pada karbon aktif, semakin lama waktu kontakannya maka semakin besar kinerja karbon aktif menyerap logam Fe. Menurut [Sa'diyah & Lusiani, \(2022\)](#), proses adsorpsi akan semakin meningkat apabila waktu kontak semakin lama. Sedangkan, efektivitas penurunan konsentrasi Fe dengan adsorben karbon aktif magnetik lebih besar dari karbon aktif yaitu 77,82 % dengan waktu kontak 30 menit. Hal ini membuktikan bahwa modifikasi dengan magnetit dapat meningkatkan performa kinerja adsorben karbon aktif selain memiliki keunggulan mudah dipisahkan dengan larutan adsorbat setelah proses adsorben dengan bantuan batang magnet.

Pada karbon aktif magnetik memiliki trend yang tidak wajar pada variasi waktu kontak yaitu terjadi penurunan efektivitas kinerja adsorben saat waktu kontak semakin lama. Hal ini juga ditemukan pada penelitian [Sirajuddin & Harjanto \(2018\)](#), pada kasus ini dapat disebabkan oleh kejenuhan situs aktif yang berlangsung cepat dan adanya hambatan difusi dan penyumbatan pori. Selain itu juga, penurunan efektivitas adsorpsi dapat terjadi karena adanya desorpsi yang terjadi pada adsorben karbon aktif magnetik. Hal ini dikarenakan interaksi yang tidak kuat terjadi pada adsorben dengan adsorbat (zat yang dijerap). Dengan demikian waktu adsorpsi paling optimum untuk karbon magnetik yaitu 30 menit.

Karbon aktif magnetik memiliki keunggulan pada kemudahan proses pemisahan antara adsorben dan adsorbat setelah proses adsorpsi dengan bantuan medan magnet eksternal. Dengan demikian, proses penyaringan tidak diperlukan lagi sehingga menghemat waktu dan biaya operasional. Studi sebelumnya oleh [Wulandari et al., \(2024\)](#) menjelaskan bahwa karbon aktif magnetik dari kulit singkong dapat menyerap *Methylene Blue* 99,92%. Sedangkan penelitian ini masih memiliki kekurangan pada kualitas karbon aktif yang dihasilkan sehingga efektivitas penurun Fe masih rendah. Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa karbon aktif magnetik dari cangkang kelapa sawit memiliki kemampuan daya serap *Remazol Yellow* sebesar 84,613 % dan karbon aktif magnetik dari ampas kopi menyerap Fenol relatif rendah sebesar 56,03% ([Laurentha & Hindryawati, 2024](#)). Kualitas daya serap karbon aktif magnetik masih dipengaruhi oleh kualitas karbon aktif, jenis aktivator, jenis adsorbat dan waktu kontak. Oleh sebab itu dibutuhkan penelitian lanjutan tentang optimasi semua faktor yang mempengaruhi daya serap adsorben komposit karbon aktif magnetik dari kulit singkong terhadap besi.

D. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif magnetik berhasil untuk disintesis yang dibuktikan dengan adanya sifat karbon aktif yang mudah di tarik batang magnet dan muncul jenis ikatan Fe-O pada karakterisasi menggunakan FTIR serta besarnya nilai kadar abu dibandingkan karbon aktif

biasa. Kualitas karbon aktif dan karbon aktif magnetik belum memenuhi standar SNI pada daya serap iod yaitu sebesar 572 mg/g (karbon aktif) dan 620 mg/g (karbon aktif magnetik) yang disebabkan oleh luas permukaan yang masih kecil pada masing-masing adsorben. Efektivitas adsorpsi karbon aktif magnetik lebih besar dari karbon aktif biasa yaitu 77,82% dengan waktu kontak 30 menit. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan pembuatan karbon aktif magnetik yang terbuat dari kulit singkong dengan aktivator KOH dengan konsentrasi berbeda untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya.

Daftar Pustaka

- Alfiyani, H., Nurlina, N., & Wahyuni, N. (2022). Adsorpsi Anilin oleh Karbon Aktif Magnetik Cangkang Kelapa Sawit. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(2), 130. <https://doi.org/10.20961/alchemy.18.2.53647.130-139>
- Amanda Valentine, D., & Putri Paradila, M. (2021). Karakterisasi dan Efektifitas Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) Sebagai Biosorben dalam Menyerap Logam Berat Fe pada Air Limbah Sintetik. *Serambi Engineering*, VI(4).
- Ariyani, P. A. R., Eka, R. P., & Fathoni, R. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dengan Variasi Konsentrasi Naoh Dan Suhu. *Konversi*, 6.
- Azis, A., Lamuru, A. S., Batari Angka, A., & Aisyah, N. (2025). Pengaruh Pretreatment Terhadap Kualitas Karbon Aktif Dari Batang Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 07(02), 353–360.
- Dewi, Y. S., & Pratiwi, I. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (Manihot Utilissima) Dalam Mempengaruhi Kadar Fe Dalam Air. *Jurnal TechLINK*, 1(2).
- Esterlita, M. O., & Herlina, N. (2015). PENGARUH Penambahan Aktivator $ZnCl_2$, KOH, Dan H_3PO_4 Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1).
- Hendrawan, Y., Sutan, S. M., Kreatif, R., Keteknik, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., & Malang, J. V. (2017a). Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (Bagasse) Menggunakan Activating Agent NaCl. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 5(3).
- Hendrawan, Y., Sutan, S. M., Kreatif, R., (2017). Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (Bagasse) Menggunakan Activating Agent NaCl. In *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* (Vol. 5, Number 3).
- Imani, A., Sukwika, T., & Febrina, L. (2021). Karbon Aktif Ampas Tebu Sebagai Adsorben Penurun Kadar Besi Dan Mangan Limbah Air Asam Tambang. *Jurnal Teknologi*, 13(1). <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.1.33-42>

- Irawan, A., Kartika Dewi, N., & Utami, S. (2016). Pengaruh Aktivator Kimia Pada Performasi Bioadsorben Dari Karbon Tempurung Kelapa Sebagai Penjernih Air Sumur. *Jurnal TEKNIKA*, 12(1), 103–112.
- Kurniawan, P., Kasmiyatun, M., & Soebiyono. (2020). Reduksi Kandungan Logam Berat Fe Pada Air Sungai Jetis Salatiga Secara Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif. *Journal of Chemical Engineering*, 1(1).
- Lamuru, A. S., Nurfiansyah, N., Yunus, M. A., Alfikri, M., Tahir, W., & Ridho, A. D. D. (2025). Preparation of silica-magnetic activated carbon composite for the purification of used cooking oil. *AIP Conference Proceedings*, 3370(1). <https://doi.org/10.1063/5.0298014>
- Lantapon, H., Pinontoan, O. R., Akili, R. H., Kesehatan, F., Universitas, M., Ratulangi, S., & Abstrak, M. (2019). Analisis Kualitas Air Sumur Berdasarkan Parameter Fisik Dan Derajat Keasaman (pH) Di Desa Moyongkota Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. In *Jurnal KESMAS* (Vol. 8, Number 7).
- Laos, L. E., & Selan, A. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1), 32–36.
- Laurentha, N., & Hindryawati, N. (2024). *Mini Review : Sintesis Komposit Fe₃O₄/Arang Aktif Sebagai Media Adsorpsi*. Prosiding FMIPA Universitas Mulawarman.
- Lestari, I., Prasetyo, E., & Diah Riski Gusti. (2021). Penggunaan Karbon Aktif Magnetit-Fe₃O₄ Sebagai Penyerap Zat Warna Remazol Yellow. *Jurnal BiGME*, 1(1).
- Monarita, A., Sylvia, N., ZA, N., Ibrahim, I., & Dewi, R. (2022). Optimasi Proses Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Menggunakan Aktivator ZnCl₂. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11, 66–75.
- Novitasari, D., Lamuru, A. S., & Mahirullah. (2024). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Melalui Karbonasi Suhu 600 °C dengan Aktivator KOH. *Jurnal Crystal*, 6, 35–44.
- Rohmah, P. M., & Redjek, A. S. (2014). Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi Dengan Aktivator KOH. *Konversi*, 3(1).
- Sa'diyah, K., & Lusiani, C. E. (2022). Kualitas Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok Menggunakan Aktivator Kimia dengan Variasi Konsentrasi dan Waktu Aktivasi. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 6(1), 9–19. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v6i1.259>
- Santoso, R. H., Susilo, B., Nugroho, W. A., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2014). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Menggunakan Activating Agent KOH. In *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* (Vol. 2, Number 3).
- Sirajuddin, & Harjanto. (2018). Pengaruh Ukuran Adsorben Dan Waktu Adsorpsi Terhadap Penurunan Kadar Cod Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 42–46.

- Suryani, E., Destiarti, L., & Nurlina, N. (2024). Sintesis Karbon Aktif Magnetik dari Tempurung Kelapa menggunakan Aktivator Soda Kue dengan Variasi Perbandingan Massa Karbon Aktif dan Oksida Besi. *Chimica et Natura Acta*, 12(1), 19–27. <https://doi.org/10.24198/cna.v12.n1.42382>
- Wulandari, D. D., Koesnarpadi, S., & Hindryawati, N. (2024). Adsorption of Methylene Blue using Composite Fe₃O₄-Activated Charcoal Cassava Skin (*Manihot esculenta* C.). *JURNAL KIMIA MULAWARMAN*, 21(2), 103–115. <https://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/JKM>