

Analisis Komposit Karbon Aktif Dari Tongkol Jagung Dengan Aktivator NaCl Terhadap Hasil Morfologi Dan Sifat Fisik

Hana Lathifah^{1*}, Afira Ainur Rosidah², & Muhammad Yunus³

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya *

³⁾ Pusat Riset Teknologi Polimer - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

*email : hanalathifah190702@gmail.com

ABSTRACT

Corn cobs (*Zea mays L.*) can produce charcoal as a source of carbon. Carbon is a potential candidate for reducing exhaust gas emissions containing hydrocarbons, carbon dioxide, and nitrogen dioxide. This research aims to convert corn cobs into activated carbon by adding NaCl activator in concentrations of 0%, 8%, and 16% and then compositing it with sago starch. FTIR testing occurred on the carbon from corn cobs before and after activation to analyze the functional groups in the activated carbon. The carbon was then composited with a ratio of 75:25 and subjected to SEM-EDX testing, moisture content analysis, and ash content analysis. FTIR testing revealed the carbonyl group (C=O) that could reduce emission levels. SEM-EDX testing showed that higher concentrations of NaCl activator (16%) resulted in more and smaller pores. Moisture content analysis indicated that higher concentrations of activators led to increased moisture content. Conversely, ash content analysis showed that lower concentrations of activator resulted in higher ash content. The tests concluded that the optimal composite of activated carbon from corn cobs and sago starch existed at an 8% NaCl activator concentration and a 75:25 composition, making it a promising candidate for reducing exhaust gas emissions.

Keywords: activated carbon, FTIR, SEM-EDX, moisture content, ash content

PENDAHULUAN

Limbah tongkol jagung mengandung beberapa senyawa yang dapat digunakan pada kehidupan manusia sehari-hari. Tongkol jagung mengandung senyawa silika, selulosa, hemiselulosa, dan lignin [1]. Selain digunakan sebagai pakan ternak, limbah tongkol jagung juga dapat digunakan untuk meresidu emisi gas buang yang disebabkan oleh kendaraan bermotor, Emisi gas buang mengandung beberapa senyawa kimia HC (Hidro Karbon), CO (Karbon Monoksida), NO₂ (Nitrogen Dioksida) dengan persentase kandungan yang tinggi[2]. Salah satu upaya untuk mengurangi kadar gas buang dan mengurangi populasi limbah tongkol jagung ialah dengan memanfaatkan tongkol jagung sebagai karbon aktif yang di kompositkan [3]. Karbon aktif merupakan senyawa amorph dengan sifat adsorben terbaik dalam sistem adsorpsi, dikarenakan karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi [4]. Selain itu, karbon aktif juga mengalami perubahan baik pada sifat kimia maupun fisika akibat pengaruh aktivator yang mengandung berbagai macam senyawa kimia [5].

Dengan mempertimbangkan latar belakang masalah tersebut, maka penelitian yang akan dilakukan adalah membuat karbon aktif dari tongkol jagung yang diaktivasi dengan NaCl. Kemudian menganalisis senyawa yang terkandung pada karbon aktif tongkol jagung yang sudah di aktivasi dengan NaCl yang digunakan sebagai analisis untuk mengurangi kandungan terhadap kadar gas buang yang disebabkan oleh kendaraan bermotor. Dan juga menganalisis pengaruh konsentrasi komposit karbon aktif tongkol jagung dan tepung sago (Komposit KA/TS) terhadap hasil morfologi dan analisis sifat fisik.

METODE PENELITIAN

Proses pembuatan komposit karbon aktif dari tongkol jagung diawali dengan proses karbonisasi. Proses karbonisasi atau biasa disebut proses pengarangan merupakan proses mengubah bahan baku menjadi arang dengan pembakaran sedikit oksigen dalam ruang tertutup [6]. Pembakaran yang dilakukan untuk pembuatan tongkol jagung merupakan pembakaran sederhana dengan sedikit oksigen pada ruang tertutup selama 30 menit. Pembakaran dilakukan pada drum

sehingga oksigen pada arang tongkol jagung dapat tereduksi. Hasil karbonisasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arang Tongkol Jagung

Selanjutnya dilakukan proses aktivasi kimia dan fisika. Aktivasi juga dapat digunakan untuk memecahkan ikatan hidrokarbon untuk mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang dapat mengalami perubahan sifat fisik dan kimia [6]. Perendaman arang tongkol jagung pada aktivator NaCl dengan konsentrasi 0%, 8%, dan 16% selama 5 jam yang bertujuan untuk aktivasi kimia (lihat Gambar 2 (a)), setelah dilakukan aktivasi secara kimia, arang tongkol jagung dilakukan pen netralan pH dengan cara mencuci arang tongkol jagung setelah perendaman dengan aquades agar menghilangkan pengotor yang ada dan pH menjadi netral. Selain diaktivasi secara kimia, arang tongkol jagung juga dilakukan aktivasi fisika dengan cara di furnace selama 3 jam pada suhu 300°C untuk proses kalsinasi, diilustrasikan pada Gambar 2 (b).

Setelah dilakukan proses aktivasi, selanjutnya tongkol jagung dilakukan pengujian FTIR. Pengujian *Fourier-Transform Infrared Spectrometer* (FTIR). FTIR adalah metode analisis yang menggunakan prinsip interaksi dari suatu senyawa kimia dan radiasi elektromagnetik yang menghasilkan vibrasi dari gugus fungsional senyawa[7]. Pada pengujian ini digunakan tongkol jagung yang sudah di karbonisasi dan dilakukan aktivasi kimia dengan konsentrasi NaCl 0%, 8%, 16% serta dilakukan aktivasi fisika dengan suhu 300°C dalam kurun waktu 3 jam dalam sampel berbentuk serbuk, dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Perendaman arang tongkol jagung menggunakan aktivator NaCl, dan (b) aktivasi fisika menggunakan furnace dengan suhu 300°C



Gambar 3. Sampel Analisis Senyawa menggunakan FTIR

Bersamaan dengan dilakukan pengujian FTIR, Karbon aktif tongkol jagung juga dilakukan proses komposit dengan tepung sagu. Dengan perbandingan 75:25. Komposit terdiri dari dua material atau lebih yang memiliki sifat berbeda[8]. Pencampuran karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu sebagai komposit yang bertujuan untuk mereduksi kadar gas buang dalam komposisi karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu secara berturut-turut 75:25. Cara pencampuran dari karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu adalah dengan pencampuran pada satu tempat dan dipadatkan bersama air mendidih dengan cara ditekan. Hasil komposit dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Komposit Karbon Aktif Tongkol Jagung dan Tepung Sagu

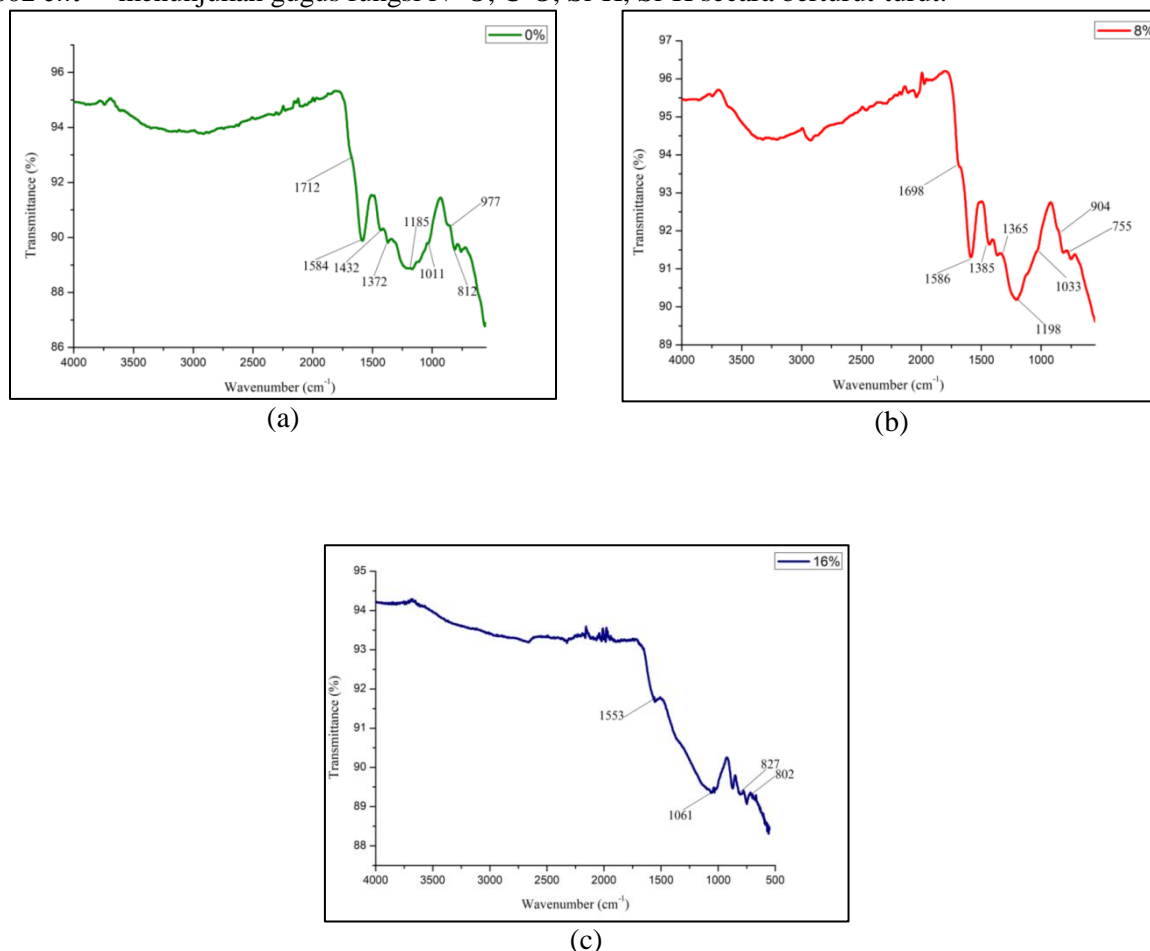
Setelah dilakukan pencampuran dengan tepung sagu dengan cara ditekan. Komposit karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu dilakukan pengujian SEM-EDX dan pengujian kadar abu serta kadar air. Prinsip kerja SEM – EDX pada umumnya adalah berkas elektron dihasilkan oleh filamen dan difokuskan pada lensa magnetik, elektron yang terdistraksi oleh sampel ditangkap oleh detektor, dan permukaan morfologi dapat terlihat melalui layar monitor[9]. Pengujian kadar air dilakukan saat setelah proses aktivasi kimia dan penetralan pH, setelah itu dilakukan pengujian kadar air dengan menggunakan oven di suhu 100°C selama 2 jam sebelum dilakukannya analisis dengan membagi selisih massa arang dan dikalikan 100%. Pengujian kadar abu dilakukan saat setelah proses aktivasi kimia dan pengurangan kadar air, Pengujian kadar uap dilakukan pada komposit karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu pada yang sudah diaktivasi NaCl dengan konsentrasi 0%, 8%, 16% pada perbandingan 75:25 secara berturut-turut pada diameter 5 cm. pengujian kadar abu dilakukan pada suhu 550°C selama 3-4 jam. kadar abu dihitung dengan membagi massa abu hasil pemanasan dengan massa awal sebelum pemanasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian FTIR

Pada pengujian FTIR menunjukkan bahwa karbon tongkol jagung dengan konsentrasi aktivator NaCl 0% (lihat Gambar 5 (a)) adanya gugus fungsi O=C-O pada wavenumber 1584 cm^{-1} pada wavenumber 1432 cm^{-1} terdapat gugus fungsi O-H, dan pada wavenumber 1372 cm^{-1} , 1185 cm^{-1} , 1011 cm^{-1} , 977 cm^{-1} , 812 cm^{-1} terdapat gugus fungsi C-H, C-O, C-O, Si-O, Si-H secara berturut-turut. Dan karbon aktif tongkol jagung dengan konsentrasi aktivator NaCl 8% (lihat Gambar 5 (b)) memiliki gugus fungsi yang ditunjukkan oleh wavenumber 1586 cm^{-1} , 1385 cm^{-1} , 1365 cm^{-1} , 1033 cm^{-1} , 1185 cm^{-1} , 1198 cm^{-1} dan 739 cm^{-1} , adalah O=C-O, C-H, C-H, C-O, C- dan Si-C secara berturut-turut. Selain itu, karbon aktif tongkol jagung dengan konsentrasi

aktivator NaCl 16% (lihat Gambar 5 (c)) dengan wavenumber 1553 cm^{-1} , 1061 cm^{-1} , 827 cm^{-1} , 802 cm^{-1} menunjukkan gugus fungsi N=O, C-O, Si-H, Si-H secara berturut-turut.

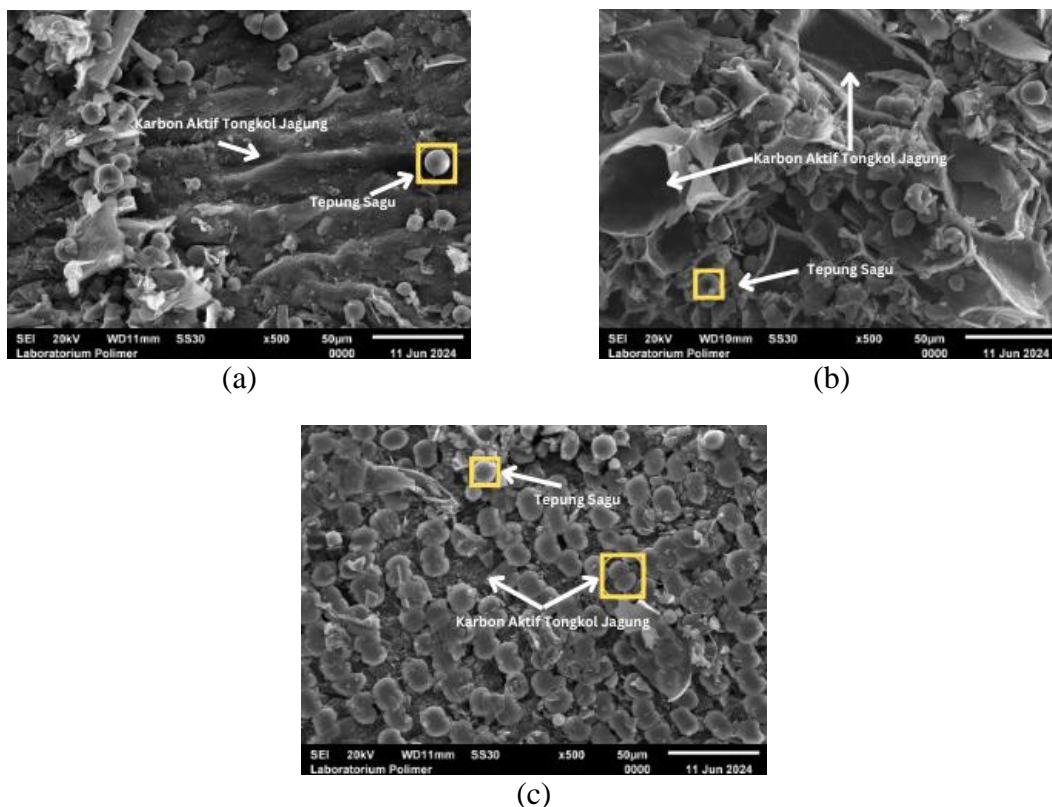


Gambar 5. Hasil FTIR Karbon Aktif Tongkol Jagung Konsentrasi Aktivator (a). 0%, (b). 8%, dan (c). 16%

Pada hasil FTIR, Konsentrasi aktivator NaCl menyebabkan lembah transmisi semakin landai seperti pada gugus fungsi O=C-O dan C-O. ikatan senyawa gugus fungsi O=C-O dan C-O menunjukkan bahwa karbon aktif bersifat reaktif yang akan melepaskan ikatannya setelah masa aktivasi dan berikatan dengan senyawa yang lain. Dengan demikian karbon aktif yang dihasilkan digunakan sebagai adsorben dari kadar emisi kendaraan bermotor [10].

Hasil Pengujian SEM-EDX

Pada pengujian SEM-EDX menggunakan perbesaran 500x, menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan maka akan semakin rapat pori-pori Komposit KA/TS, dapat dilihat di Gambar 6. Selain itu, arang yang sudah melalui proses aktivasi secara kimia ataupun fisika dapat berubah bentuk dan daya adsorben dikarenakan pori-pori yang dihasilkan lebih menyebar sehingga memungkinkan daya serap yang lebih optimal dibandingkan dengan arang yang belum diaktivasi secara kimia maupun fisika. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh aktivasi kimia menggunakan NaCl dan fisika menggunakan Furnace dapat merubah menghilangkan pengotor pada pori-pori karbon aktif dan karbon aktif lebih banyak mengandung oksigen karena memiliki sifat adsorben dan dapat mereduksi karbon pada emisi gas buang.



Gambar 6. Hasil SEM Komposit KA/TS Konsentrasi Aktivator (a) 0%; (b) 8%; dan (c) 16%

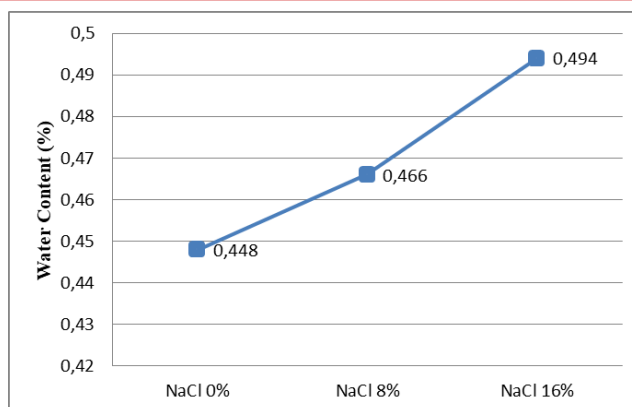
Hasil EDX pada Tabel 1 menunjukkan adanya senyawa oksigen (O) pada Komposit KA/TS. Senyawa ini berfungsi sebagai pengikat dari senyawa karbon pada rantai hexagonal emisi gas buang. Selain itu, Silika (Si) dan Kalium (K) ada didalam hasil SEM-EDX dikarenakan Silika dan Kalium Merupakan penyusun atau unsur dari media Tongkol Jagung dan Tepung Sagu [11]. SEM bertujuan untuk mengetahui karakteristik pori yang terbentuk setelah proses aktivasi dan sebelum proses aktivasi. Proses aktivasi dapat menghilangkan pengotor dan memecah rantai pada arang tongkol jagung sehingga muncul senyawa aktif dimana senyawa aktif yang terkonfirmasi dalam hasil FTIR ini merupakan kandidat yang memungkinkan untuk memutus kadar emisi pada kendaraan bermotor.

Tabel 1. Hasil EDX Komposit KA/TS

No	Konsentrasi Aktivator Karbon	Komposisi Komposit Karbon Aktif/Tepung Sagu (KA/TS)	Atom (%)			
			C	O	Si	K
1	NaCl 0%	75: 25	79,97	19,31	0,21	0,5
2	NaCl 8%	75: 25	70,96	28,32	0,21	0,5
3	NaCl 16%	75: 25	56,79	34,05	8,91	0,25

Hasil Pengujian Kadar Air

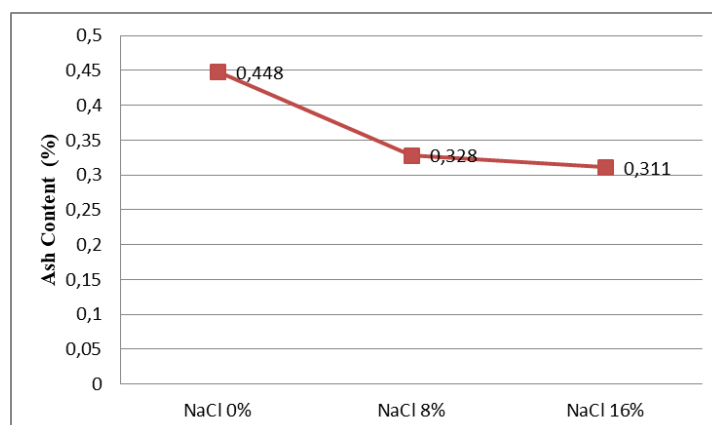
Pada Pengujian kadar air didapatkan hasil seperti pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa hasil persentase kadar air terbesar pada komposit KA/TS dengan konsentrasi aktivator NaCl 16% komposisi 75:25 sebesar 0,494% dan hasil persentase kadar air terkecil pada komposit KA/TS dengan konsentrasi aktivator NaCl 0%. Pada hasil ini disebabkan oleh semakin besar konsentrasi aktivator maka semakin terbuka pori-pori dari komposit KA/TS dikarenakan penyerapan air pada pori-pori semakin banyak [12]. Adanya aktivasi menambah intensitas kemunculan gugus karbon dan oksigen (karbonil) yang terkonfirmasi dalam hasil FTIR, dimana gugus karbonil adalah gugus yang reaktif terhadap air dan udara[13].



Gambar 7. Hasil Kadar Air Komposit Karbon Aktif Tongkol Jagung dan Tepung Sagu

Hasil Pengujian Kadar Abu

Dan pada pengujian kadar abu terdapat pada Gambar 8, pada pengujian kadar abu menunjukkan hasil persentase kadar abu terbesar pada komposit KA/TS dengan konsentrasi aktivator NaCl 0% komposisi 75:25 sebesar 0,448% dan hasil persentase kadar abu terkecil pada komposit KA/TS dengan konsentrasi aktivator NaCl 16% sebesar 0,311%. Kadar abu komposit KA/TS semakin naik pada saat konsentrasi aktivator semakin besar, kadar abu komposit KA/TS mengalami penurunan persentase yang tidak signifikan yaitu selisih pada rentang nilai 0,12% - 0,01%. Hal ini disebabkan oleh nilai kadar abu akan menurun akibat bertambahnya konsentrasi aktivator [14]. Kadar abu juga mempengaruhi nilai kalor dan nilai karbon yang terdapat pada komposit karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu [15].



Gambar 8. Hasil Kadar Abu Komposit Karbon Aktif Tongkol Jagung dan Tepung Sagu

KESIMPULAN

Pada pengujian FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectrometer*) konsentrasi aktivator NaCl menyebabkan lembah transmisi semakin landai seperti pada gugus fungsi O=C-O dan C-O. ikatan senyawa gugus fungsi O=C-O dan C-O yang menunjukkan karbon aktif bersifat reaktif. Pada pengujian SEM-EDX (*Scanning Electrone Microscope – Energy Dispersive X-ray*) karbon aktif lebih banyak mengandung unsur oksigen ketika konsentrasi aktivator semakin besar karena memiliki sifat adsorben dan diindikasikan dapat mereduksi karbon pada emisi gas buang. Pada pengujian sifat fisik, yaitu kadar air dan kadar abu pada komposit karbon aktif tongkol jagung dan tepung sagu berbanding terbalik. Semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan maka semakin tinggi hasil kadar air sedangkan semakin rendah konsentrasi aktivator yang digunakan maka semakin tinggi hasil dari kadar abu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iowa, *Biobased Products And Bioenergy Vision And Roadmap Fo Iowa*. United States Of America, 2002.
- [2] D. Marlita, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Manaj. Transp. Logistik*, Vol. 01, No. 03, 2014.
- [3] Y. A. P. R. A. P. D. H. S. Tira, "ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBAHAN BAKAR GANDA BENSIN," *J. Keilmuan Dan Terap. Tek. Mesin*, 2021.
- [4] S. Gunawan, H. Hasan, R. Dini, And W. Lubis, "Pemanfaatan Adsorben Dari Tongkol Jagung Sebagai Karbon Aktif Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Rekayasa Matrial, Manufaktur Dan Energi*, Vol. 3, No. 1, Pp. 38–47, 2020.
- [5] A. Bayu, H. S. Tira, And Y. A. Padang, "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT DURIAN SEBAGAI ARANG AKTIF MENJADI ADSORBEN TERHADAP PENURUNAN EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA," *J. Keilmuan Dan Terap. Tek. Mesin*, P. 6, 2023.
- [6] L. Efiyanti, S. A. Wati, And M. Maslahat, "Pembuatan Dan Analisis Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Dengan Proses Kimia Dan Fisika," *J. Ilmu Kehutan.*, Vol. 14, No. 1, P. 94, 2020, Doi: 10.22146/Jik.57479.
- [7] N. Meilia, "Penetapan Kadar Asam Mefenamat Dalam Tablet Dengan Metode Spektroskopi FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectrometer) Kombinasi Kemometrik," 2019.
- [8] R. Manurung, "Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat," Vol. 2, No. 1, Pp. 28–35, 2020.
- [9] Kustomo, "Uji Karakterisasi Dan Mapping Magnetit Nanopartikel Terlapisi Asam Humat Dengan Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)," *Indones. J. Chem. Sci.*, Vol. 9, No. 3, Pp. 149–153, 2020.
- [10] A. Dyah Ayu Rachmia, "Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tongkol Jagung Dengan Aktivator H₃PO₄ Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb)," 2020.
- [11] S. Agustina *Et Al.*, "Proses Peningkatan Luas Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung," *Semin. Rekayasa Teknol.*, Pp. 440–446, 2018.
- [12] M. Goyal, *Activated Carbon Adsorption*, No. May. 2015.
- [13] E. Suhartono And B. Setiawan, "Model Pembentukan Advanced Glycation End Products (Ages) Dan Degradasi Tirosin Akibat Reaksi Maillard Models Of The Formation Of Advanced Glycation End Products (Ages) And Tyrosine Degradation By Maillard Reaction," Vol. 13, No. 1, Pp. 1–6, 2005.
- [14] Y. Hendrawan, S. M. Sutan, And R. Kreative, "Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Dan Konsentrasi Aktivator Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Ampas Tebu (Bagasse) Menggunakan Activating Agent Nacl," *J. Keteknikan Pertan. Trop. Dan Biosist.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 1–10, 2017, [Online]. Available : <https://jkptb.Ub.Ac.Id/Index.Php/Jkptb/Article/View/420>.
- [15] I. Irmawati, "Analisis Sifat Fisik Dan Kimia Briket Arang Dari Bonggol Jagung," *J. Agritech Sci.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 24–29, 2020, Doi: 10.30869/Jasc.V4i1.569.