



Efek Variasi Konsentrasi Zat Aktivator H_3PO_4 Terhadap Morfologi Permukaan dan Gugus Fungsi Karbon Aktif Cangkang Kemiri

(The Effect of H_3PO_4 Variation on Morphology and Function Group of Activated Carbon of Hazelnut Shell)

R. Eso^{1*}, Luvi¹, dan Ririn¹

¹⁾ Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Halu Oleo

Info

Article history:

Received: 31 Mei 2021

Accepted: 30 Juni 2021

Published: 1 Juli 2021

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan efek variasi konsentrasi zat aktivator H_3PO_4 pada karbon aktif cangkang kemiri yang di karbonisasi menggunakan reaktor pirolisis dengan temperatur 400 °C selama ± 8 jam, diaktivasi secara kimia menggunakan aktivator H_3PO_4 dengan variasi konsentrasi 29%, 48%, 67%, 85%. Morfologi dan Gugus Fungsi dikarakterisasi menggunakan SEM-EDX dan FTIR. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa permukaan karbon aktif cangkang kemiri mengalami pembentukan dan perbesaran pori seiring dengan tingginya konsentrasi yang digunakan yaitu sampai pada konsentrasi 67% sedangkan pada konsentrasi 85% memberikan reaksi yang berlebihan sehingga menyebabkan rusaknya struktur pori pada karbon aktif. Komposisi karbon aktif yang dihasilkan yaitu Karbon, Oksigen, Kalsium dan Fosfor. Hasil Spektrum FTIR menunjukkan karbon aktif yang dihasilkan memiliki pola serapan dengan jenis ikatan O-H, C=C, C=O, C=C,C-H, dan P-OH. Dari hasil penelitian menunjukkan tingginya konsentrasi H_3PO_4 pada karbon aktif menghasilkan nilai luas permukaan yang semakin besar seiring serta menyebabkan perubahan komposisi penyusun karbon aktif.

Abstract.

This study aims to explain the effect of H_3PO_4 activator variations on the hazelnut shell activated carbon. Candlenut shell carbon was carbonized using a pyrolysis reactor with a temperature of 400 °C for ± 8 hours, and for chemical activation using H_3PO_4 activator with various concentrations of 29%, 48%, 67%, 85%. Morphology and functional groups were characterized using SEM-EDX and FTIR. SEM analysis results show that the surface of the candlenut shell activated carbon undergoes ordering and pore enlargement along with the increase in the concentration used, namely up to a concentration of 67% while at a concentration of 85% it gives an excessive reaction, causing damage to the pore structure of the activated carbon. The composition of activated carbon produced is Carbon, Oxygen, Calcium and Phosphorus. The results of the FTIR spectrum showed that the activated carbon produced had an absorption pattern with the types of bonds O-H, C = C, C = O, C = C, C-H, and P-OH. The results showed that the pressure used resulted in a greater surface area value with the addition of the H_3PO_4 concentration on activated carbon and caused a change in the composition of activated carbon

Kata kunci:

Karbon Aktif,
Variasi Konsentrasi
Aktivator H_3PO_4
Morfologi Permukaan
Gugus Fungsi

Keywords:

Activated Carbon
Concentration Variation
Activator H_3PO_4
Surface Morphology
Function Group

*) e-mail: rosliana.eso@uho.ac.id

DOI: 10.22487/gravitasi.v20i1.15519

1. PENDAHULUAN

Aleurites moluccana (L.) Willd, atau kemiri, merupakan salah satu dasar bumbu masak dan bahan farmasi [1]. Kulit kemiri merupakan limbah organik yang dapat diuraikan secara alamiah namun membutuhkan waktu yang lama oleh karena teksturnya yang cukup keras dengan permukaan yang kasar dan beralur sehingga dapat dimanfaatkan menjadi produk

arang aktif atau karbon aktif. Tempurung kemiri sangat cocok untuk dijadikan bahan baku karbon aktif karena memiliki kandungan selulose, hemiselulose, dan lignin[3]. Kadar holoselulosa tempurung kemiri sebesar 49,22%, ini lebih rendah dari pada holoselulosa dari kayu yang besarnya antara 65%-75% [4]. Karbon aktif dari cangkang kemiri dengan



aktivasi fisika menghasilkan diameter pori 8,35 μm [5] sedangkan aktivasi selama 20 jam menghasilkan 28 pori dengan diameter pori terkecil sebesar 0,57 μm [6], semakin kecil diameter pori karbon maka semakin besar luas permukaan dan daya serap karbon tersebut. Aktivasi fisika memiliki kekurangan karena banyaknya senyawa hidrokarbon yang mengendap pada permukaan, sehingga diperlukan aktivasi kimia untuk membantu menghilangkan endapan tersebut. Asam fosfat (H_3PO_4) merupakan aktivator yang dapat digunakan untuk mengaktifkan karbon aktif cangkang kemiri serta membentuk rongga-rongga pori dengan kedalaman yang lebih besar dan merata dengan kontur permukaan yang lebih kasar dan tidak teratur bila dibandingkan dengan aktivator asam nitrat (HNO_3) [7]. Dalam penelitiannya tersebut, karbon aktif dari pelepah kelapa sawit dengan menggunakan aktivator H_3PO_4 dengan konsentrasi 20 %, karbon aktif yang dihasilkan memiliki pola serapan dengan jenis ikatan OH pada bilangan gelombang 3200 – 3500 cm^{-1} , C=O pada bilangan gelombang 1600 – 1820 cm^{-1} , dan C-O pada bilangan gelombang 1000 – 1300 cm^{-1} . Adanya ikatan OH dan C-O menunjukkan bahan karbon aktif yang dihasilkan cenderung berifat lebih polar, sehingga karbon aktif tersebut dapat digunakan sebagai adsorben zat yang cenderung polar.

Aktivator H_3PO_4 dipilih pada penelitian ini karena senyawa ini memiliki stabilitas termal dan karakter kovalen yang tinggi, selain itu aktivasi arang dengan aktivator H_3PO_4 akan menyebabkan pori-pori permukaan arang akan menjadi lebih banyak dan teratur [8]. Struktur pori semakin berkembang dengan semakin besar penggunaan konsentrasi H_3PO_4 , sebagaimana diperoleh pada karbon aktif ampas buah mangrove dengan jari-jari pori 32.336 μm dan luas pori sebesar 2412,7 m^2/g pada konsentrasi aktivator H_3PO_4 85%, jari-jari pori karbon 16,641 μm dan luas pori sebesar 867,2 m^2/g pada konsentrasi 67%, jari-jari pori karbon 20,641 μm dan luas pori sebesar 1337,8 m^2/g pada konsentrasi 48% dan jari-jari pori karbon 14,635 μm dan luas pori sebesar 785,8 m^2/g pada konsentrasi 29% [9]. Pada artikel ini akan membahas gugus fungsi dan morfologi arang aktif dengan menggunakan aktivator H_3PO_4 pada cangkang kemiri.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan material cangkang kemiri diperoleh dari Desa Ambaipua, Kecamatan Ranoometo, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara. Dilakukan proses karbonasi, penggerusan, pengayakan, dan aktivasi sampel yang selanjutnya menganalisis morfologi permukaan karbon aktif cangkang kemiri dan gugus fungsinya. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tanur listrik, ayakan 100 mesh, reactor pirolis, Mortar, Neraca Digital, Thermometer infrared, SEM-EDX, FTIR. Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang kemiri, larutan asam fosfat (H_3PO_4) diproduksi dari Switzerland. Prosedur kerja pembuatan karbon pada penelitian ini adalah cangkang kemiri di karbonasi pada suhu 4000C selama 8 jam dalam alat pirolis. Haluskan dan ayak arang dengan ukuran 100 mesh. Rendam arang sebanyak 18 gram dalam 25 mL larutan H_3PO_4 dengan konsentrasi 29% volum selama 24 jam. Saring karbon aktif dengan menggunakan kertas saring kemudian rendam dengan aquades sampai pH netral. Kemudian di panaskan dalam tanur dengan suhu 7000C selama 1 jam. Setelah itu sampel siap untuk di analisis menggunakan SEM-EDX dan FTIR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakterisasi SEM pada Morfologi Permukaan Karbon Aktif Cangkang Kemiri

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berupa morfologi permukaan karbon aktif cangkang kemiri, kandungan unsur dan gugus fungsi karbo aktif cangkang kemiri.

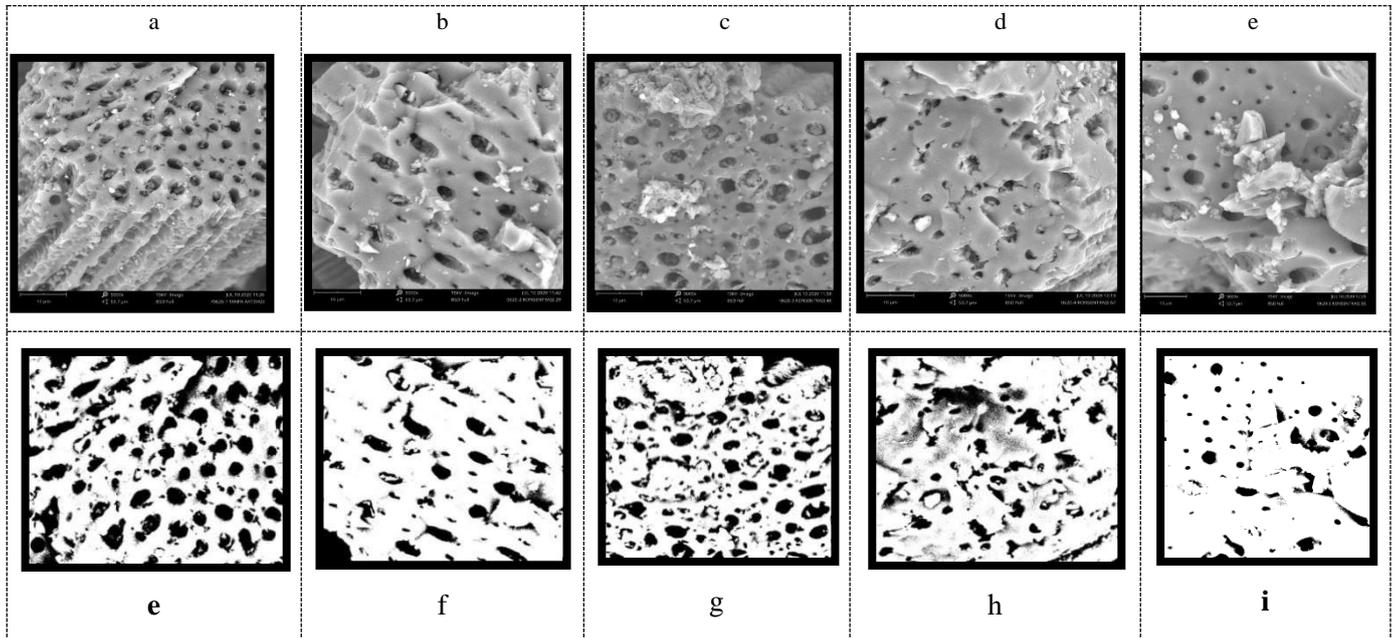
Karakterisasi morfologi permukaan karbon aktif yang diaktivasi dengan larutan H_3PO_4 dengan variasi konsentrasi sebesar 29%, 48%, 67% dan 85% dilakukan dengan menggunakan SEM dan dianalisis menggunakan software imagej. Gambar berikut menampilkan morfologi permukaan arang aktif cangkang tempurung kemiri dengan perbesaran 5000x. Hasil ini selanjutnya di analisis untuk menghitung jumlah dan ukuran pori menggunakan software imageJ, sebagaimana tampak pada Gambar 1. Sementara Sementara jumlah dan luas pori permukaan karbon aktif cangkang kemiri aktivasi dengan H_3PO_4 dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tanpa aktivasi kimia ditunjukkan pada Gambar 1a yang memperlihatkan morfologi permukaan karbon aktif dengan pori-pori yang sudah mulai terbentuk. Namun, pori yang terbentuk masih terdapat penyumbatan sehingga menyebabkan luas permukaan pori belum terlalu besar. Untuk itu diperlukan aktivasi kimia dengan perlakuan khusus sebelum dipanaskan yaitu direndam larutan kimia agar pengotor pada permukaan arang setelah dikarbonisasi terlepas atau terurai dengan larutan kimia [10]. Selanjutnya, arang yang diaktivasi kimia menggunakan aktivator H_3PO_4 pada konsentrasi 29% terlihat pada Gambar 1b, terlihat penggabungan pori yang mulai melebar dibandingkan dengan arang tanpa aktivasi kimia. Kemudian, pada konsentrasi 48% (Gambar 1c) memperlihatkan pori yang terbentuk lebih banyak dengan bentuk permukaan pori yang terbuka dengan ukuran pori yang lebih besar dimana aktivasi yang lain dan memiliki luas yang lebih besar dari aktivasi sebelumnya. Semakin banyak jumlah pori yang dihasilkan maka luas pori permukaan juga akan semakin besar. Sedangkan pada konsentrasi 67% memperlihatkan pori yang lebih sedikit namun menunjukkan luas ukuran pori yang lebih besar dimana terjadinya penggabungan pori yang mulai melebar. Luas pori permukaan pada konsentrasi 85% mengalami penurunan pada jumlah pori dan luas permukaan pori hal ini disebabkan oleh banyaknya aktivator yang dengan menggunakan agen aktivasi yang sama terjebak dalam pori karbon dan mengalami kerusakan dengan adanya aktivator yang lebih besar, sehingga luas permukaan karbon semakin kecil.

Untuk mengetahui unsur penyusun karbon aktif tempurung kemiri dilakukan karakterisasi menggunakan EDX. Dari hasil pada Tabel 2 unsur karbon mendominasi komposisi arang aktif cangkang kemiri. Aktivasi dengan beberapa konsentrasi H_3PO_4 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi bahan pengaktif H_3PO_4 pada karbon kulit kemiri mempengaruhi kualitas karbon aktif. Pada unsur oksigen (O), komposisinya semakin berkurang seiring dengan semakin tinggi konsentrasi larutan yang diberikan. Seperti diketahui bahwa pembakaran karbon tak akan terjadi tanpa adanya oksigen sehingga semakin tinggi kadar karbon maka oksigen akan semakin sedikit. Komposisi karbon aktif tempurung kemiri selanjutnya adalah fosfor (P). kandungan fosfor dalam arang aktif kemiri hanya muncul pada konsentrasi 48%, 65% dan 85%, hal ini dikarenakan kandungan tersebut terbentuk dari proses

pembuatannya dimana dalam proses pembuatannya menggunakan larutan asam fosfat sehingga terbentuk senyawa fosfor. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada arang aktif buah karet dengan mineral-mineral yang terdapat

pada bahan karbon aktif akan senantiasa melarut seiring meningkatnya konsentrasi asam sebagai activator sehingga menyebabkan kandungan fosfor hanya ada pada konsentrasi aktivator yang tinggi [11].



Gambar 1 Morfologi Permukaan Hasil SEM Perbesaran 5000x pada Karbon Aktif: (a) Sebelum aktivasi, Aktivasi dengan konsentrasi H_3PO_4 (b) 29%, (c) H_3PO_4 48%, (d) H_3PO_4 67%, (e) H_3PO_4 85% dan Hasil Analisis Software *Image-J* Perbesaran 5000x pada Karbon Aktif: (f) Sebelum aktivasi; dengan Aktivasi Kimia Konsentrasi H_3PO_4 (g) 29%, (h) 48%, (i) 67%, dan (j) 85%

Tabel 1 Jumlah dan luas pori permukaan karbon aktif cangkang kemiri yang aktivasi dengan H_3PO_4

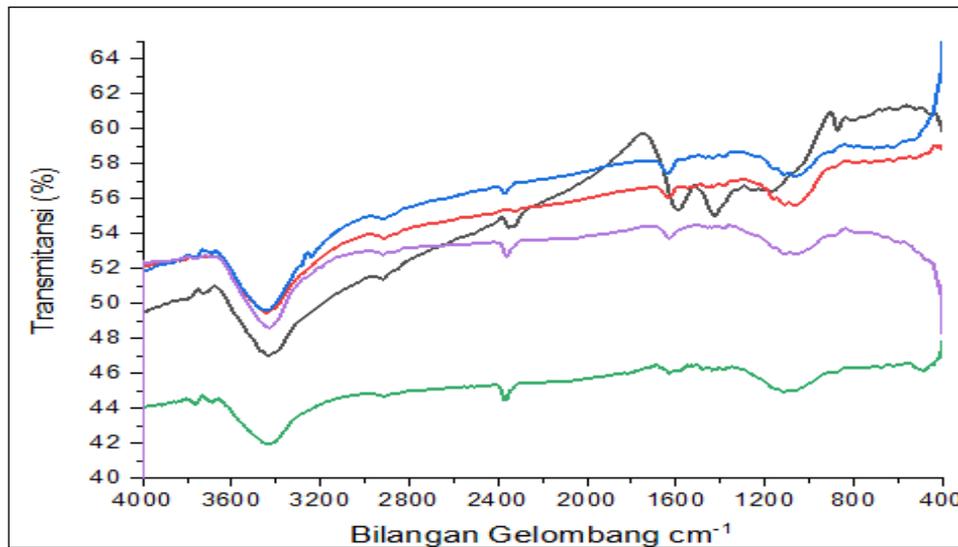
No	Jumlah dan Ukuran Pori	Variasi Konsentrasi H_3PO_4 (%)				
		0%	29%	48%	67%	85%
1	Jumlah Pori permukaan	79	76	99	60	66
2	Diameter Rata rata (μm)	2,535	2,563	2,612	2,824	2,542

Tabel 2 Komposisi karbon aktif cangkang kemiri

No	Komposisi Unsur Karbon aktif cangkang kemiri	Variasi Konsentrasi H_3PO_4 (%)				
		0%	29%	48%	67%	85%
1	Carbon	88,82	90,72	80,78	85,37	82,31
2	Oksigen	11,18	9,28	16,28	13,76	15,12
3	Kalsium	-	-	0,47	-	-
4	Fosfor	-	-	2,47	0,87	2,58

Analisis Fourer Transform Infraread (FTIR) dilakukan terhadap karbon aktif cangkang kemiri seperti pada Gambar 2 menunjukkan adanya gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3437,89 cm^{-1} , vibrasi pada bilangan gelombang 1594,38 cm^{-1} hal ini menunjukkan terbentuknya ikatan C=C aromatic, kemudian teridentifikasi ikatan C-H alifatik pada

vibrasi gelombang 1424, 27 cm^{-1} . Analisa FTIR terhadap karbon aktif cangkang kemiri hasil aktivasi H_3PO_4 menunjukkan adanya perbedaan dari hasil analisa FTIR karbon aktif cangkang kemiri tanpa aktivasi dimana adanya perubahan bentuk spektra, pergeseran, pengurangan intensitas serta penambahan puncak baru setelah proses aktivasi. Gugus fung-



Gambar 2 Spectrum IR Karbon Aktif Karbon Aktif Cangkang Kemiri

si O-H teridentifikasi pada bilangan gelombang 3437,89 cm⁻¹ yang muncul pada karbon aktif yang teraktivasi asam fosfat maupun karbon aktif yang tidak teraktivasi. Namun terjadi pergeseran gelombang seiring dengan perbedaan konsentrasi asam fosfat yang digunakan, dimana pada konsentrasi 29 %, 48 %, dan 67 % ke arah bilangan gelombang yang lebih tinggi seiring dengan naiknya konsentrasi yang digunakan, namun pada konsentrasi 85 % ke arah bilangan gelombang yang lebih rendah atau menurun. Karbon aktif yang teraktivasi asam fosfat memiliki gugus fungsi O-H yang akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam fosfat yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus O-H dari senyawa asam fosfat dan gugus O-H yang terbentuk dari uap air dan permukaan karbon aktif [12].

Serapan pada bilangan gelombang 1594,27 cm⁻¹ yang diidentifikasi sebagai gugus C=C (aromatic). Gugus ini hanya muncul pada karbon aktif yang tidak teraktivasi asam fosfat. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif tanpa aktivasi kimia bersifat non polar [13] (Wibowo,2011). Gugus C=O yang terbentuk pada bilangan gelombang 1630,40 cm⁻¹ yang muncul pada karbon aktif cangkang kemiri yang teraktivasi asam fosfat, Mentari (2018) mengatakan bahwa terbentuknya gugus fungsi C=O mengindikasikan telah terbentuknya zat karbon aktif, yang dimana gugus fungsi C=O merupakan gugus fungsi khas yang terdapat dalam karbon aktif. Penggunaan asam fosfat sebagai activator menyebabkan karbon aktif yang dihasilkan lebih bersifat polar. Serapan pada bilangan gelombang 1424,27 cm⁻¹ diidentifikasi sebagai gugus fungsi C-H. gugus fungsi ini hanya muncul pada karbon aktif yang tidak teraktivasi kimia. Hilangnya gugus fungsi C-H dan gugus fungsi C=C, disebabkan oleh karakteristik atau sifat dari asam fosfat dimana asam fosfat akan bereaksi dengan gugus fungsi pada karbon aktif yang mengandung oksigen [14]. Serapan bilangan gelombang 1062,82 cm⁻¹ yang diidentifikasi sebagai gugus fungsi P-OH yang muncul pada karbon aktif yang teraktivasi asam fosfat, namun terjadi pergeseran bilangan gelombang. Munculnya gugus P-OH hal ini diduga diakibatkan oleh penggunaan H₃PO₄ sebagai activator dalam proses pembuatan akrbon aktif, dimana penggunaan H₃PO₄ activating agent didalam pembuatan karbon aktif pada saat aktivasi, senyawa tersebut masih terdapat atau tertinggal di dalam karbon aktif tersebut [15]. Pola

serapan bilangan gelombang 2352,00 cm⁻¹ yang diidentifikasi sebagai gugus C=C (alkuna), yang muncul pada karbon aktif yang teraktivasi asam fosfat maupun yang tidak teraktivasi, namun terjadi pergeseran bilangan gelombang. Gugus alkuna merupakan adalah gugus berupa karbon dengan jumlah kemurnian yang tinggi, munculnya Ikatan rangkap karbon juga mengindikasikan semakin murninya unsur karbon yang dihasilkan [16]. Sehingga penggunaan asam fosfat sebagai zat activator tidak mempengaruhi kemurnian dari karbon aktif cangkang kemiri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka akan menghasilkan diameter pori yang semakin besar seiring dengan penambahan konsentrasi H₃PO₄ pada karbon aktif. Karbon aktif yang teraktivasi asam fosfat menyebabkan terbentuknya gugus fungsi H-PO yang terbentuk pada bilangan gelombang 1062,82 cm⁻¹ dan gugus fungsi C=O yang terbentuk pada bilangan gelombang 1630,46 cm⁻¹ dan penggunaan asam fosfat sebagai activating agent menyebabkan gugus fungsi O-H semakin kuat yang terbentuk pada bilangan gelombang 3437,89 cm⁻¹.

REFERENSI

- [1] Sinaga, R. 2016. Karakteristik Fisik dan Mekanik Kemiri (Aleurites moluccana Wild.). Jurnal Keteknik Pertanian. Vol.4, No.1
- [2] Sulaiman, NH, Lastris AM, Fadhillah HL, Nurhailani BH, Fadly R, dan Agus K. 2017. Pengolahan Tempurung Kemiri Sebagai Karbon Aktif dengan Variasi Aktivator Asam Fosfat. Jurnal Einstein Vol.5, No.2
- [3] Prabarini N & DG Okayadnya 2013, Penyisihan Logam Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri, Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Vol. 5, No. 2, hh. 33-41
- [4] . Lempang, M, Wasrin S, dan Gustan P. 2011. Struktur dan Komponen Arang Serta Arang Aktif Tempurung Kemiri. Penelitian Hasil Hutan 29, No.3: h. 278-294
- [5] Tafa, I. 2015. Skripsi: Analisis Pengaruh Temperatur Aktivasi Terhadap Komposisi dan Morfologi Arang Aktif Tempurung

- Kemiri dengan Aktivasi Microwave. Kendari: Universitas Halu Oleo
- [6] Sandi, AP dan Astuti. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi menggunakan H₃PO₄ terhadap Struktur dan Ukuran Pori Kabon Berbasis Arang Tempurung Kemiri (Aleurites moluccana). *Jurnal Fisika Unand. Padang*. Vol 3 No.2.
- [7] Mentari, Vidyanova Anggun dan Seri Maulina. 2018. Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat (H₃PO₄) dan Asam Nitrit (HNO₃). *Talenta Conference Series: Science & Technology*. Universitas Sumatra Utara. Medan
- [8] Aritonang, B dan Hestina. 2018. Daya Adsorpsi Karbon Aktif dari Cangkang Kemiri Terhadap Kadar Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Sainstek dan Pendidikan*. Vol. 2, No. 1
- [9] Paryanto, Wusana A. Wibowo, Ajeng L. Puspitaningrum, dan Ratna H. Hapsari. 2018. Karbon Aktif dari Ampas Buah Mangrove Sisa Pembuatan Zat Warna Alami Menggunakan Aktivator H₃PO₄. *Inovasi Teknik Kimia*. Vol.3, No.2
- [10] Laos, LE, Masturi, Ian Y. 2016. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit kemiri. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. Vol. 5
- [11] Murtono, J & Iriany. 2017. Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Buah Karet dengan Aktivator H₃PO₄ dan Aplikasinya sebagai Penjerap Pb(II). *Jurnal Teknik Kimia*. Vol, 6. No, 1.
- [12] Marsh, H. and R.R. Francisco. 2006. *Activated Carbon*. Elsevier Science and Technology Books. Belanda.
- [13] Wibowo S, Syafi W, Pari GP. Karakterisasi permukaan arang aktif tempurung biji nyamplung. *Makara Journal of Technology*. 2011;15(1):150718.
- [14] Setyawan, Nurul Mohammad, Sri Wardani, Ela Kusumastuti. Arang Kulit Kacang Tanah Teraktivasi H₃PO₄ sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II) dan Dimobilisasi dalam Bata Beton. *Indonesian Journal Of Chemical Science*. Universitas Negeri Semarang.
- [15] Shen, Wenzhong. Li, Z. dan Liu, Yihong. 2007. Surface Chemical Functional Groups Modification of Porous Carbon
- [16] Dachryanus. 2004. Analisis Struktur Senyawa Organik secara Spektroskopik. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK). Universitas Andalas. Padang.